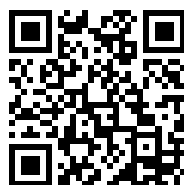

This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

GoogleTM books

<https://books.google.com>





A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

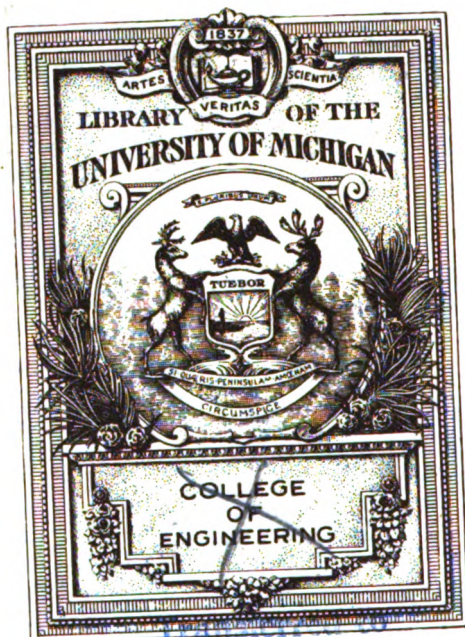
- + *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.
- + *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.
- + *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.
- + *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse <http://books.google.com>

B 384028

DUPL



GENERAL LIBRARY

~~SECRET~~
HE
6005
.A61

ANNALES DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES

RECUEIL DE DOCUMENTS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS
concernant les [Services Techniques et l'Exploitation
des Postes, Télégraphes et Téléphones.

Publié par les soins d'une Commission
nommée par M. le Ministre des Postes et des Télégraphes.

Paraissant tous les trois mois.

VIII^e ANNÉE — N^o 1, 1919.

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL :

FRANCE ET COLONIES : 12 francs. — ÉTRANGER : 14 francs.

Tous les abonnements partent du 1^{er} Janvier.

PARIS

A. DUMAS, ÉDITEUR

6, RUE DE LA CHAUSÉE-D'ANTIN, PARIS (IX^e)

COMMISSION DES ANNALES

DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES

AVIS

Les manuscrits adressés aux Annales sont soumis à l'examen d'une Commission dite *Commission des Annales des Postes et Télégraphes*.

Cette Commission se réunit à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, 20, rue Las Cases, Paris, VII^e.

Membres de la Commission :

M. DENNERY, Inspecteur général, Directeur de l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, *Président*.

M. A. BLONDEL, Membre de l'Institut, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

Le Directeur du Personnel à l'Administration centrale des Postes et Télégraphes.

M. LORAIN, Directeur de l'Exploitation Téléphonique, Professeur à l'École Supérieure.

M. FERRIÈRE, Directeur des Postes et Télégraphes du département de la Seine, Professeur à l'École Supérieure.

M. MAUREAU, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes, Professeur à l'École Supérieure.

M. AUGIER, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes.

M. PAILLON, Directeur départemental des Postes et Télégraphes.

M. SAUNIER, Sous-Chef de bureau à l'Administration Centrale des Postes et Télégraphes, *Membres*.

MM. TAFFIN, Inspecteur des Postes et Télégraphes, HAMEL et VIARD, Ingénieurs des Postes et Télégraphes, *Secrétaires*.

M. GODET, Rédacteur des Postes et Télégraphes, *Secrétaire-adjoint*.

NOTA : La *Commission des Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones* n'est en aucune façon responsable des opinions émises et des théories développées par les auteurs ; elle ne s'immisce pas dans les questions de priorité.

GENERAL LIBRARY
MAY 27 1919
UNIVERSITY OF MICH.



ANNALES

DES

POSTES, TÉLÉGRAPHES

ET TÉLÉPHONES

RECUEIL DE DOCUMENTS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS
concernant les Services Techniques et l'Exploitation
des Postes, Télégraphes et Téléphones.

Publié par les soins d'une Commission
nommée par M. le Ministre des Postes et des Télégraphes.

Paraissant tous les trois mois.

VIII^e ANNÉE — N° 1, 1919.

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL :
FRANCE ET COLONIES : **12** francs. — ÉTRANGER : **14** francs.
Tous les abonnements partent du 1^{er} Janvier.

PARIS
A. DUMAS, ÉDITEUR
6, RUE DE LA CHAUSSEE-D'ANTIN, PARIS (IX^e)



Établissements Industriels de E. C. et de

ALEXANDRE GRAMMONT

Sté AME AU CAPITAL DE FRANCS 5.250.000

à PONT-DE-CHÉRU Y (ISÈRE)

Siège social à LYON, 20, quai de Retz

Successeur de la Société des

Téléphones et Télégraphes de Lyon

pour les

Appareils Téléphoniques en tous Genres

POUR RÉSEAUX D'ÉTAT

POSTES TÉLÉPHONIQUES SPÉCIAUX

HAUTE TENSION

Mines, Marine, Chemins de Fer

Annonciateurs de protection

contre l'incendie,

Commutateurs,

Sonneries,

Lustrerie

Appareillage

Electrique

Fils
et Câbles
électriques

Nus et Isolés

CABLES
SOUS-MARINS

Câbles armés pour Haute
Tension, Transport d'Énergie

RAFFINAGE,
LAMINAGE,
Tréfilerie de Cuivre

TRANSFORMATEURS

Moteurs

Dynamos

**CAOUTCHOUC
EN GÉNÉRAL**

Caoutchouc Industriel — Tuyaux — Ébonite

Talons Caoutchouc Marque E. C. G.

PNEUMATIQUES

pour Voitures, Voiturettes, Motocyclettes et Cycles

BANDAGES PLEINS pour Camions
et Autobus



USINES :

PONT-DE-CHÉRU Y (Isère).

LA PLAINE-CHAVANOZ

(Isère).

LYON, 12, Rue du Belvédère.

LYON, 220, Route d'Heyrieux.

SAINT-TROPEZ (Var).

MAISONS DE VENTE :

PARIS, 10, rue d'Uzès. Tél. Cent. 21-57 et 21-85

LYON, { 19 & 20, quai de Retz. Tél. 16-5
12, rue du Belvédère. » 30-17

TOULOUSE, 4, boul. Lazare-Carnot. » 2-59.

MARSEILLE, 2, rue Armény. » 31-28.

GRENOBLE, 26, rue du Lycée. » 26-73

ANGERS, Place de la Visitation. » 3-56

BORDEAUX, 62, rue du Palais-Galien. » 39-62

ALGER, 28, boul. Carnot. » 21-76

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
Le Télégraphe et le Téléphone en Alsace et Lorraine.....	9
Remarques sur les conséquences de l'électrification des chemins de fer français au point de vue de l'exploitation des lignes télégraphiques et téléphoniques, par M. VALENSI, Ingénieur des Postes et Télégraphes.....	24
Extension de l'emploi des retransmetteurs Baudot pour les grandes communications, par M. E. MONTORIOL, Inspecteur des Postes et Télégraphes.....	60
Applications du sélecteur d'appels à courants alternatifs.....	64
Amélioration et extension du réseau téléphonique de Paris, par M. E. C. FARLET, Commis à Paris-Gutenberg.....	83
« Standardization » : comment traduire ce mot en français, par M. CAUCHIE, Inspecteur des Postes et Télégraphes.....	91
L'appareil téléphonique de campagne de l'armée allemande....	94



SERVICE D'ÉTUDES ET DE RECHERCHES TECHNIQUES DE L'ADMINISTRATION DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

Électrolyse des positifs 295-35 usagés.....	103
---	-----



COMITÉ TECHNIQUE DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

Installation d'un transporteur incliné et d'un élévateur « Noria » au bureau de Paris, IX.....	108
---	-----

*
* *

COMPTÉ RENDU DES PÉRIODIQUES

Périodiques en langue française.

Le relais Orling à jet.....	109
-----------------------------	-----

Périodiques en langues étrangères.

Organes d'appel dans les centraux téléphoniques.....	112
Équipement et méthodes d'organisation des bureaux.....	135
Inspection des poteaux.....	151
Courants non amortis dans les « superconducteurs ».....	154
Protection d'un circuit téléphonique construit sur les mêmes poteaux qu'une ligne à haute tension de 40.000 volts.....	157

*
* *

INFORMATIONS ET VARIÉTÉS

Encaissements au moyen de cartes-récépissés.....	159
Traitement des Ingénieurs du Post Office Australien.....	159
Collaboration d'un chef d'industrie et de son personnel.....	165
Importante invention intéressant la télégraphie et la téléphonie à longue distance.....	167

*
* *

BREVETS D'INVENTION.....	171
--------------------------	-----

BIBLIOTHÈQUE DES ANNALES DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES (1)

- Construction des lignes télégraphiques et téléphoniques.* Cours professé à l'École Supérieure par M. LORAIN, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes (4^e édition. 1916). — 2 vol. Prix : 6 francs le vol.
- Comptabilité et droit budgétaire.* Cours professé à l'École Supérieure par M. FERRET DU LONGBOIS, Directeur au Ministère des Finances (1912). — 1 vol. Prix : 6 francs.
- * *Installations télégraphiques.* Cours professé à l'École Supérieure par M. TONGAS, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes (1918). — 2 vol. Prix : 12 fr. 50 le volume.
- Les derniers progrès réalisés en télégraphie,* par M. TONGAS (1913). — 1 vol. Prix : 2 francs.
- Installations téléphoniques.* Cours professé à l'École Supérieure par M. MILON, Ingénieur des Postes et Télégraphes (2^e édition. 1918). — 1 vol. Prix : 12 fr. 50
- Exploitation postale.* Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. FERRIÈRE, chef de bureau à l'Administration Centrale des Postes et Télégraphes (1913). — 2 vol. Prix : 6 francs le volume.
- * *Conférences sur les moteurs thermiques* faites à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. SAUVAGE, Inspecteur général des Mines (1913). — 1 vol. Prix : 2 francs.
- Électricité industrielle.* Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. MAUREAU Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1918). — 1 vol. Prix : 10 fr. 50.
- Principes d'électricité.* Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. DROUET, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1917). — 1 vol. Prix : 3 fr. 75.
- Théorie de la pupinisation et applications pratiques.* — Conférences faites à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, par M. CAHEN, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol. Prix : 1 fr. 50.
- Cours élémentaire de Télégraphie sans fil,* par M. G. VIARD, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1918). — 1 vol. Prix : 12 francs.
- La Technique Télégraphique en France* (ouvrage publié à l'occasion

(1) Ces ouvrages (sauf ceux marqués d'un astérisque) se trouvent dans les bibliothèques départementales.

- de l'Exposition de San-Francisco), par M. MONTORIOL, Inspecteur des Postes et Télégraphes (1916). — 1 vol. in-8° carré. Prix : 3 fr. 50.
- La télégraphie, la téléphonie, l'électricité depuis 1878.* Extraits du 2000^e numéro de *The Electrician*, traduits par G. HAMEL et E. PICAULT, ingénieurs des Postes et Télégraphes. — 1 vol. Prix : 4 francs.
- Instruction sur la construction et l'entretien des lignes aériennes*, à l'usage du personnel, 1917. 1 vol. in-16 jésus à l'italienne, 337 pages. Prix : 4 francs.
- Instruction sur la protection des installations télégraphiques et téléphoniques de l'Etat contre les courants industriels*, à l'usage du personnel, 1918. 1 vol. in-16 jésus à l'italienne, 140 pages. Prix : 3 francs.
- Instruction sur les circuits combinés et circuits appropriés à la télégraphie et à la téléphonie simultanées*, à l'usage du personnel, 1918. — Une plaquette in-16 jésus à l'italienne, 26 pages. Prix : 1 fr. 75.
- En vente à la Librairie de l'Enseignement Technique, 3, rue Thénard, Paris, V^e.
-

- Cours d'électricité théorique* professé à l'École Supérieure (section des élèves-ingénieurs), par M. POMEY, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1914). — 2 vol. Tome I. Prix : 13 francs.
- De la propagation du courant télégraphique et téléphonique* (*The propagation of the electric currents*, par J.-A. FLEMING), traduit de l'anglais par M. RAVUT, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 12 francs.
- La télégraphie et la téléphonie simultanées et la téléphonie multiple* (*Das gleichzeitige Telegraphieren und Fernsprechen und das mehrfache Fernsprechen*, par K. Berger); traduit de l'allemand par M. LE NORMAND, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 4 fr. 50.
- Pratique radiotélégraphique* (*Radiotelegraphisches Praktikum*, par REIN), traduit de l'allemand par M. VIARD, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 9 francs.
- La Téléphonie automatique*, par M. MILON, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol.
- La Télégraphie en Amérique* (*American Telegraph Practice*, par DONALD Mc NICOL); traduit de l'anglais par MM. PICAULT et VIARD, Ingénieurs des Postes et Télégraphes (1917). — 1 vol.
- En vente chez M. Gauthier-Villars, éditeur, 55, Quai des Grands-Augustins, Paris, VI^e.
-

Traité de Téléphonie (extraits de *Telephony*, par ABBOTT); traduit de l'anglais par M. GILLES, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 4 francs.

Traité de Téléphonie pratique (extraits de *American telephone practice*, par KEMPSTER B. MILLER); traduit de l'anglais (1913). — 1 vol. Prix : 6 francs.

En vente chez M. Albin Michel, éditeur, 22, rue Huyghens, Paris, XIV^e.

Les câbles télégraphiques et téléphoniques (*Telegraphen und Fernsprechkabel-Anlagen*, par STILLE); traduit de l'allemand par MM. PICAULT, Ingénieur, et MONTORIOL, Sous-chef de section des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol. in-8°. Prix : 25 francs.

En vente chez M. Béranger, éditeur, 15, rue des Saint-Pères, Paris, VI^e.

VIENNENT DE PARAÎTRE :

Cours élémentaire de télégraphie sans fil, par M. VIARD, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1918). — 1 vol. in-8°, 304 pages, 188 figures. Prix : 12 francs.

Instruction sur les essais et mesures électriques et le relèvement des dérangements de lignes et de postes, à l'usage du personnel (1918). — 1 vol. in-16 raisin, 130 pages, 22 figures. Prix : 4 francs.

Instruction sur l'installation et l'entretien des postes téléphoniques d'abonnés, à l'usage du personnel (1918). — 1 vol. in-16 raisin, 62 pages, 23 figures. Prix : 3 fr. 50.

En vente à la librairie de l'Enseignement Technique, 3, rue Thénard, Paris, V^e.

Le Télégraphe et le Téléphone en Alsace et Lorraine

EXPLOITATION TÉLÉGRAPHIQUE

1° Les Postes et Télégraphes sont institution d'empire. — Les règles générales d'organisation suivies en Alsace et en Lorraine pour le rattachement des bureaux secondaires aux bureaux principaux, centres de dépôt, et pour celui des bureaux entre eux sont les mêmes que pour le reste de l'administration des télégraphes de l'ancien empire allemand, parce que l'administration des Postes et Télégraphes, de même que celle des chemins de fer était une institution de l'empire rattachée directement au service du Chancelier. Il n'y a donc pas de règles locales.

C'est dans l'instruction générale sur le service des Postes et Télégraphes qu'il faut chercher ces règles générales plus particulièrement dans le tome VII, section I.

2° Appareils. — Quels sont les appareils utilisés :

- 1) Sur les communications des bureaux secondaires ?
- 2) Sur les communications des bureaux principaux ?

La question peut être envisagée à deux points de vue, celui de l'exploitation et celui des installations techniques.

La télégraphie fait l'objet du tome VII, section 5, en ce qui concerne l'exploitation, et du tome VII, section 2, pour les dispositions techniques.

De plus, un document administratif d'une ampleur considérable contient la description des appareils avec diagrammes et vues d'ensemble, c'est la description des appareils en usage dans l'administration des télégraphes de l'empire (édition de 1899 et compléments de 1900).

Il ne saurait être question de résumer l'ensemble de ces instructions et règlements.

Il suffit de se borner à quelques indications générales.

Il n'y a comme centres de dépôt que Strasbourg, Mulhouse et Metz.

Fils omnibus. — Si nous considérons un centre secondaire tel que Guebwiller, ce bureau est rattaché à Mulhouse télégraphiquement par deux fils, n° 939 et n° 955. Le premier de ces fils dessert en même temps Bolwiller, Sulz et Isenheim ; le second est utilisé en même temps par Dornach.

Enfin Guebwiller se trouve rattaché, d'autre part, à Colmar, par un fil qui dessert en même temps Sulzmatt et Rufach, et ce fil est considéré comme la continuation du fil précédemment indiqué portant le n° 939.

Au centre de Guebwiller sont rattachés un grand nombre de bureaux du voisinage, tous ces fils divergents portent le n° 961 et se distinguent entre eux par une lettre spéciale ajoutée à ce numéro. Par exemple, le n° 961^a dessert simultanément Bollwiller, Hartmannsviller, Berwiller, Wattwiller, Uffholz et Sennheim.

Fils téléphoniques (réseau Sp). — Ajoutons cette particularité que quelques-uns de ces fils sont téléphoniques, par exemple le fil 961 Sp. g. La désignation Sp. (initiales du mot « Sprechen », parler) indique une ligne exploitée au téléphone. Par exemple, le fil 961 Sp. g. dessert en même temps Guebwiller, Sulz, Jungholz, Rimbachzelle et Rimbach (Kreis Guebwiller).

Pour mémoire, il convient d'ajouter que Guebwiller est relié à Mulhouse par les deux circuits téléphoniques n°s 1131 et 2154.

Au point de vue de la construction, il faut noter qu'à l'heure actuelle tous les circuits téléphoniques sont à double fil, mais les anciens commutateurs qui étaient unipolaires, n'ont pas été remplacés par des bipolaires.

Il en résulte que les fils Sp., bien qu'il ne s'agisse que du télégraphe, sont employés à la transmission des télégrammes par la voie téléphonique.

Personnel des bureaux télégraphiques. Agences. — C'est une nécessité provenant de la gestion des très nombreux bureaux désignés sous le nom d'*Agenturen* par des agents très peu exercés à la manipulation ou à la réception. De plus certains de ces bureaux, par exemple celui de Diefenthal sur le fil 961 Sp. b., ne sont tenus que par des aides portant le titre de *Inhaber*, titulaire ; leur poste portant la désignation de « *Telegraphenhilfsstelle* » (poste auxiliaire du télégraphe). Ces titulaires n'appartiennent pas à l'administration, ce sont des commerçants non rétribués qui ont pour seul avantage la réclame provenant de l'affluence du public et qui tend à grossir la clientèle du commerce particulier du titulaire.

En ce qui concerne les *Agenturen*, les agents appartiennent bien à l'administration, ils ont la qualité d'employé, la *Beamten-eigenschaft*, mais ils n'ont pas droit à la retraite.

Centres de dépôt. — Les bureaux de Strasbourg, Mulhouse et Metz sont gérés au point de vue télégraphique par un *Direktor* distinct de celui de la Poste. Ces bureaux ne sont pas fusionnés.

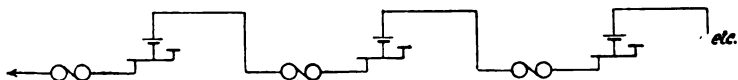
Autres bureaux. — Les autres bureaux portent tous le nom générique de *Postamt*. Ceux de première catégorie ont à leur tête un *Postdirektor*, ceux de seconde classe un *Postmeister* (maître de poste), ceux de troisième classe un *Postverwalter* (administrateur ou fonctionnaire postal).

Le plus souvent dans les bureaux de première et de deuxième classe, au télégraphe, est préposé un fonctionnaire spécialisé dans la télégraphie. Mais ce n'est pas toujours le cas pour le bureau de troisième classe.

Fusion mais instruction. — Il est à noter que les *Postdirektoren* ont dû subir l'examen d'aptitude aux emplois supérieurs (*die höhere Verwaltungsprüfung*), qui se faisait jadis à Berlin, et que cet examen comprend des connaissances techniques étendues ; l'examen de *Sekretär* comprend aussi une partie technique importante. En fait, le *Postdirektor* possède en général assez bien la technique du télégraphe.

MONTAGE DES BUREAUX

Courant continu allemand ou américain. — Lorsqu'un grand nombre de bureaux sont placés sur un même fil, on emploie au télégraphe la *Ruhestromschaltung* (le montage par courant continu de repos).



Ce montage exige que l'appareil Morse soit modifié ; son levier est coupé par une articulation qu'on peut rendre rigide de façon que l'impression sur la bande se fasse à volonté, soit dans les intervalles où le courant est coupé, soit pendant ceux où il passe.

On tend cependant de plus en plus à employer le courant continu américain ; c'est ainsi qu'à Strasbourg, il y a à la rosace un dispositif particulier pour fonctionner non avec le courant de repos, mais avec le courant de travail. La raison de cette tendance est que seul le courant de travail permet la réception au *Klopfer* (parleur).

Indicatifs. — Il n'est pas fait emploi de sélecteurs pour n'appeler que le bureau dont on a besoin. Aussi chaque poste est-il caractérisé par un indicatif qui est transmis, suivant le cas, avec la clé Morse ou avec l'appel magnétique (*Induktor*). Ces appels sont parfois assez compliqués. Ainsi quand Mulhouse attaque Guebwiller, il transmet G. e. b — G. e. B. — G. e. b. — v. — M. ü.

Il faut, avec l'appel magnéto, s'habituer à une certaine adresse pour faire les longues et les brèves (longues 2 tours, brèves 1/2 tour rapide).

Quand il s'agit de fils Sp., on peut s'étonner du grand nombre de bureaux intercalés, mais il faut observer que les sonneries ont mille ohms de résistance et une forte impédance ; on a eu souvent à faire des recommandations expresses pour que les

postes non appelés ne rentrent pas sur la ligne, car les postes téléphoniques sont au contraire combinés pour avoir une impédance aussi faible que possible et toute rentrée intempestive équivaut à une dérivation à la terre de faible résistance empêchant le trafic.

Appareils rapides. — A Strasbourg, on emploie le Baudot avec Paris, le Hughes avec Mulhouse, Colmar et Metz ; le Siemens avec Francfort ou avec Berlin par translation à Francfort ; on avait aussi le Hughes avec Mannheim. Il y a ensuite un morse ou un parleur en permanence avec Schlettstadt, Colmar, Mulhouse, Hagenau, Metz, Saverne et d'autres localités de la rive droite du Rhin. Enfin, il y a tout un réseau de fils exploités en courant continu, puis le réseau spécial des fils téléphoniques Sp. servant d'auxiliaires pour le télégraphe.

En général, ces fils Sp. suffisent à la fois à la transmission télégraphique et à l'exploitation téléphonique.

HEURES D'OUVERTURE

Chaque bureau a son règlement. Disons seulement que les bureaux les plus importants, jusqu'aux bureaux de deuxième classe inclusivement ont le service permanent de 8 heures du matin à 8 heures du soir. Les centres de dépôt, bien entendu, ont un service ininterrompu (*ununterbrochen*) de jour et de nuit. Dans les bureaux de première classe, on peut télégraphier la nuit, et les bureaux de seconde classe donnent le plus souvent la même facilité.

En ce qui concerne les bureaux de troisième classe, ils sont ouverts de 8 heures à midi et de 14 heures à 19 heures. Mais on peut remettre des télégrammes en dehors de ces heures d'ouverture, si l'employé doit être présent au bureau pour l'exécution de quelque opération postale (arrivage d'un courrier, etc.). Odinni que alors que l'employé, qui est occupé à satisfaire les besoins postaux, est à la disposition pour le télégraphe (*Bereitschaft*).

EXPLOITATION TÉLÉPHONIQUE

Il y a des multiples téléphoniques, non seulement à Strasbourg ou à Mulhouse, mais encore dans des localités de faible importance, c'est ainsi qu'à Guebwiller, Sainte-Marie-aux-Mines et Schlettstadt il y a des multiples équipés en batterie locale pour 200 abonnés. A Hagenu, il y a aussi un multiple équipé pour 300 abonnés.

A Strasbourg, le multiple de Mix et Genest est équipé pour 5.000 abonnés avec 26 tables interurbaines à quatre directions et une table de switching et quatre tables annotatrices. Ce meuble, assez incohérent et vieux, demande à être remplacé par un multiple moderne. Déjà le projet de son remplacement aurait été fait par l'administration allemande.

A Colmar le multiple est équipé pour 1.260 abonnés à batterie centrale (ZB, *Zentral-Batterie*) avec cinq tableaux à quatre directions.

A Mulhouse, le multiple, aujourd'hui disparu, était équipé pour 3.420 abonnés avec huit tables interurbaines ; il était à batterie centrale.

A Thann, Dambach, Lutzelhausen, etc., et dans les localités d'importance analogue, il y avait des tableaux genre standard ; un certain nombre de ces appareils auront à être reconstitués.

Il est difficile d'indiquer si la France peut actuellement venir en aide à l'Alsace, en ce qui concerne les approvisionnements et les pièces détachées, parce que les types d'appareils sont ceux des maisons Mix et Genest, Deutsche Telephonwerke, Siemens et Halske, etc.

Abonnements. — Le régime téléphonique a été réglé par la loi du 10 décembre 1899 qui se trouve à la page 26 du tome II des instructions générales (*Dienstanweisung*), section 2 (texte des lois et décrets). Il est possible de résumer très brièvement les dispositions essentielles qui font partie de la législation d'empire.

Un abonné au téléphone peut prendre un abonnement à conversation taxée, la taxe par conversation est alors de 5 pf.

Mais il y a un minimum de garantie de conversation, 40 ou 20 marks. A cela vient s'ajouter une taxe de base (*Grundgebühr*) qui est calculée d'après le nombre d'abonnés que comprend le réseau, suivant une progression ainsi constituée :

Moins de 1.000 abonnés.....	60 M.
— 1.000 à 5.000.....	75 —
— 5.000 à 20.000.....	90 —
Au delà de 20.000.....	100 —

Ce système a les préférences de la petite clientèle, des commerçants ordinaires. On affecte certains numéros aux abonnés à conversation taxée et les numéros supérieurs par exemple, sont affectés aux abonnés forfaitaires. On a essayé sans succès divers compteurs. En pratique, on remplit des fiches doubles ; une moitié de la formule reste à la comptabilité, l'autre moitié est insérée dans une enveloppe au nom de l'abonné demandeur ; l'enveloppe remplie et complétée par un bordereau de décompte est envoyée chaque mois à l'abonné, en même temps que le décompte des communications interurbaines.

L'abonné est aussi admis à contracter un abonnement forfaitaire. Les droits fixés par la loi ont été augmentés pendant la période de la guerre. Si l'on fait abstraction de ces surcharges exceptionnelles, on a le tableau suivant :

Moins de 50 abonnés.....	80 Marks
— 50 à 100.....	100 —
— 100 à 200.....	120 —
— 200 à 500.....	140 —
— 500 à 1.000.....	150 —
— 1.000 à 5.000.....	160 —
— 5.000 à 20.000.....	170 —
Au delà de 20.000.....	180 —

Les communications interurbaines sont taxées suivant un tarif approuvé dont la base est de 20 pfennig par 25 km.

Jusqu'à 25 km.....	20	Pf.
50 —	25	—
100 —	50	—
500 —	1	M.
1.000 —	1,50	—
Plus de 1.000 —	2 »	—

L'application de ce tarif a quelquefois fait l'objet des conférences qui avaient lieu périodiquement entre les représentants de l'administration et les chambres de commerce. Dans ces réunions étaient agitées toutes les questions du domaine postal et télégraphique pouvant intéresser le commerce et l'industrie.

LIGNES D'INTÉRÊT PRIVÉ

Le régime des lignes d'intérêt privé est organisé par la loi sur le télégraphe de l'empire allemand du 6 avril 1892 (*Bulletin des lois d'Empire*, p. 467).

ART. 1^{er}. — Le droit d'installer et d'exploiter les installations télégraphiques pour la transmission de nouvelles est attribué exclusivement à l'empire. On comprend les installations téléphoniques dans les installations télégraphiques.

ART. 2. — L'exercice du droit spécifié au n° 1 peut être concédé pour des lignes ou des circonscriptions particulières à des entrepreneurs privés, et il doit l'être aux communes pour le trafic intérieur à la circonscription communale, si la commune demanderesse offre des garanties de sécurité suffisantes pour une exploitation régulière, quand l'empire n'a, ni procédé à l'installation, ni déclaré qu'il était prêt à la faire et à l'exploiter.

L'exploitation est concédée par le chancelier ou par les autorités à qui il en a donné pouvoir.

Les conditions sont fixées par l'acte de concession.

ART. 3. — On peut établir et exploiter sans autorisation de l'empire :

1) Les installations consacrées exclusivement au service intérieur des autorités provinciales et communales, des corporations pour l'entretien des berges, des canaux et des associations de drainage et de dessèchement.

2) Les installations télégraphiques, exclusivement utilisées par les

entrepreneurs de transport sur leurs lignes pour leur exploitation ou la transmission de nouvelles à l'intérieur de leurs emprises actuelles.

3) Les installations télégraphiques :

a) A l'intérieur d'un immeuble ;

b) Entre plusieurs immeubles appartenant à un même propriétaire ou réunis pour une même exploitation, pourvu qu'ils ne soient pas distants de plus de 25 kilomètres à vol d'oiseau, si ces installations sont exclusivement destinées au trafic gratuit correspondant à l'usage de ces immeubles.

Pour plus de détails il conviendrait de se reporter aux articles suivants (la loi comprend quinze articles en tout) et aux dispositions réglementaires qui en ont été le commentaire. A cette législation se rapporte l'ordonnance relative au tarif des abonnements téléphoniques (du 20 décembre 1899, du 26 mars 1900, etc).

Les fils privés concédés en Alsace se classent par catégories de la façon suivante :

	<i>Nombre</i>
Particuliers	190
Communes	20
Administration des eaux	3
— — tramways	4
— — chemins de fer	13
Diverses	3
Réseaux militaires	5
Sociétés de distribution d'énergie électrique	12
Service d'incendie	1

Les permissionnaires titulaires d'une ligne d'intérêt privé ont à signer la formule ci-dessous reproduite :

Conditions auxquelles l'autorisation est accordée par l'*Oberpostdirektion* de Strasbourg pour l'établissement et l'exploitation d'une installation téléphonique d'intérêt privé :

1) L'autorisation s'étend à l'installation téléphonique d'intérêt privé comprenant « tels » postes.

2) L'autorisation est donnée à titre précaire et révocable, et sous la condition que l'installation soit exécutée au compte du pétitionnaire et demeure sa propriété.

3) Le pétitionnaire s'engage à ne faire usage de la communication que pour l'expédition de ses communications à lui et de n'admettre la transmission d'autres messages, ni à titre onéreux, ni gratuitement. Pour vérifier l'observation de cette interdiction, l'accès des locaux où se fait l'exploitation des appareils sera permis aux fonctionnaires de l'*Oberpostdirektion* chargés de la surveillance.

4) Le pétitionnaire s'engage à déplacer à ses frais la communication, dès que l'administration des télégraphes estimera ce déplacement nécessaire pour satisfaire aux exigences de l'exploitation télégraphique de l'État.

D'accord avec les conditions ci-dessus

Lieu et date

Signature de la main du pétitionnaire, futur propriétaire de l'installation.

Il est intéressant de remarquer que les lignes d'intérêt privé se divisent en deux catégories, celles qui peuvent être installées sans autorisation et celles qui sont soumises à autorisation, comme par exemple les lignes fluviales des Ponts et Chaussées, mais dans ce cas l'autorisation, si elle est donnée, l'est à titre gratuit.

INSTALLATIONS PRIVÉES RATTACHÉES A DES BUREAUX DE L'ADMINISTRATION

En dehors des lignes d'intérêt privé, il y a des installations qui paraissent avoir une certaine importance et qui sont l'objet de dispositions spéciales, ce sont celles qui servent à relier des postes privés à des bureaux. Ces installations secondaires portent le nom de *Nebentelegraphenanlagen*.

Les *Nebentelegraphenanlagen* sont des installations télégraphiques destinées à relier les locaux d'habitation ou commerciaux d'un particulier à un bureau télégraphique du réseau général. Elles servent à la distribution à domicile de télégrammes d'arrivée et au dépôt de messages à réexpédier par télégraphe, par poste ou par exprès. Le soin d'assurer l'exploitation de l'installation chez le particulier incombe au titulaire.

L'administration choisit le bureau auquel l'installation sera reliée.

Les diverses lignes rattachées à un même bureau ne sont pas admises à communiquer directement entre elles.

Dès que le bureau auquel ces lignes sont reliées devient un centre téléphonique, ces lignes, si elles sont exploitées au téléphone, deviennent des lignes d'abonnés.

Si le permissionnaire emploie un appareil imprimeur à clavier, il a à payer des redevances spéciales. La concession est alors faite pour la durée d'un an. Cette durée est de cinq ans dans les autres cas.

L'administration peut se charger de la construction des lignes à courte distance.

L'usage est réservé à la famille du titulaire et aux personnes à son service. Dans les hôtels on peut étendre ces facilités dans certaines conditions.

Le propriétaire de l'immeuble doit autoriser l'installation faite au profit d'un locataire.

Les changements de domicile ne donnent point lieu à difficulté si la nouvelle ligne est plus courte que l'ancienne.

Le titulaire est responsable des dommages qui peuvent provenir de son fait.

L'exploitation peut être suspendue et supprimée dans des circonstances particulières.

Le contrat peut être prolongé par tacite reconduction. Les droits sont assez compliqués. Ils sont à peu près les suivants :

Pour un poste morse.....	50 M.
Pour un poste téléphonique.....	20 —
Pour chaque annonciateur.....	10 —
Pour chaque poste d'opérateur :	
Par km. de fil simple aérien.....	30 —
Par km. de fil double aérien.....	50 —
Par km. de fil simple sur appuis en fer ou de fil souterrain.....	45 —
Par km. de fil double dans les mêmes con- ditions.....	75 —
Par sonnerie supplémentaire.....	3 —

Pour les transferts exécutés par les soins de l'administration il y a diverses perceptions forfaitaires. Le payement des droits a lieu par trimestre.

En cas d'interruption prolongée du service indépendante du permissionnaire, la redevance donne lieu à remise.

Les installations techniques, coûteuses de télégraphies imprimeurs, donnent lieu à des suppléments.

POSTES SUPPLÉMENTAIRES

Les abonnés à un réseau téléphonique public sont admis à faire installer par des entrepreneurs privés des postes supplémentaires (*Postnebenstellen*) dans leur immeuble, dans leurs locaux d'habitation ou de commerce au nombre de cinq par ligne principale et à les utiliser avec la même latitude que la ligne principale pour leurs communications téléphoniques transitant par le bureau téléphonique. Par exemple, les habitants d'une maison à locataires peuvent parler directement sur le réseau urbain à partir des postes secondaires aménagés à leur étage et dans leur appartement en passant par une ligne principale commune dont le propriétaire est abonné titulaire. On se rend compte des avantages ainsi concédés dans l'intérêt de la commodité et de l'économie car le bénéfice du téléphone est mis à la disposition des couches les moins aisées de la population. Pour les industriels l'avantage est de pouvoir greffer sur le réseau public des réseaux privés d'une certaine importance en respectant les dispositions légales. Les appareils Mix et Genest, construits dans ce double but, portent le nom significatif de *Janus*. On peut admettre que le nombre des participants au téléphone est ainsi, dans certaines villes comme Mulhouse, notablement supérieur au nombre d'annonceurs d'appel reliés.

*1° Communications télégraphiques directes
entre la France et l'Alsace.*

Numéro du fil	Bureaux reliés	Appareil employé	Moyenne journalière du nombre des télégrammes échangés dans les deux sens	Observations
10	Strasbourg — Paris	Baudot	550	Chiffres d'avant guerre
28	» — Lyon	Hughes	250	
1048	» — Nancy	»	180	
335	» — Sainte- Marie-aux-Mines	Morse		
	Saint-Dié			
	avec Sainte-Marie-aux- Mines		80	
	avec Saint-Dié		15	
85	Mulhouse — Paris	Hughes	300	
1010	» — Belfort	Parleur	20-30	
1044	» — Besançon	»	20-30	
1046	» — Epinal	»	20-30	

*2° Répartition de l'effectif normal du bureau télégraphique
de Strasbourg.*

Chef de service.....	1	
Inspecteurs.....	2	
Surveillants supérieurs de la salle des appareils.....	2	
Chefs de section.....	4	
Direction des télégrammes.....	2	
Enquêtes.....	1	
Dépôt des télégrammes.....	2	
Distribution des télégrammes.....	1	
Bureau administratif.....	3	} 2 H 1 f
Renseignements.....	2	
Comptes internationaux.....	2	
Administration des appareils.....	1	

Caisse principale.....	1
Expéditionnaire.....	1
Service des appareils :	
Morse.....	27
Parleur.....	19
Hughes.....	20
Baudot.....	12
Siemens.....	7
Télégrammes envoyés par les lignes Sp. et classement des télégrammes expédiés.....	5 f
École.....	1
Surveillance supérieure de la téléphonie interurbaine...	2
Surveillants.....	4 { 2 H 2 f
Comptabilité urbaine.....	2 f
— interurbaine.....	2 f
Office de renseignements pour les abonnés.....	2 f
Dérangements.....	2 H
Annotatrices.....	6 f
Surveillantes du multiple.....	2 f
Dames téléphonistes :	
service urbain.....	49
— interurbain.....	57
Décompte des conversations.....	5 { 1 H 4 f
Mesures des câbles souterrains.....	1
Construction des circuits interurbains.....	5
Chef de district pour les constructions du réseau de ban- lieue.....	3
Mécaniciens.....	4
Soit ensemble : Employés : 130 ; Dames employées : 131.	

REMARQUES

sur les conséquences de l'Électrification des chemins de fer français au point de vue de l'exploitation des lignes télégraphiques et téléphoniques

PAR M. G. VALENSI
Ingénieur des Postes et Télégraphes.

Dans un très intéressant article paru récemment dans les *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones* (1), M. A. Mauduit, Professeur d'Electrotechnique à la Faculté des Sciences de Nancy, a traité brillamment ce sujet en faisant d'abord ressortir les avantages que procurerait une électrification au moins partielle du réseau ferré français, puis en énonçant les conditions techniques et financières de cette électrification, enfin en indiquant les conséquences qui en résulteront pour les lignes de signalisation de l'Administration des P. T. T. Dans sa conclusion, M. Mauduit conseille à cette Administration « d'envisager franchement le déplacement de ses lignes télégraphiques ou téléphoniques à longue portée, ou, suivant les cas, leur transformation en lignes bifilaires sous câbles aériens ou souterrains. C'est d'ailleurs, dit-il, la solution adoptée en Suisse et en Italie dans la zone des réseaux ferrés électrifiés. »

Cette solution elle-même est-elle suffisante ?

D'abord le déplacement des lignes de l'État à une distance importante des voies ferrées n'est pas toujours possible. Dans

(1) L'électrification des chemins de fer français ; ses conséquences au point de vue de l'exploitation des lignes télégraphiques et téléphoniques, par M. A. Mauduit. *Annales des P. T. T.*, n° 4-1918, pages 499-525.

les pays de montagnes par exemple (où précisément l'électrification sera en général très avantageuse à cause du profil accidenté des voies) les vallées, d'ordinaire très étroites, sont le seul chemin praticable aussi bien pour la voie ferrée que pour la route et pour les lignes électriques de tous genres. Les parallélismes rapprochés entre lignes de traction électrique et lignes de signalisation y sont donc inévitables.

D'autre part, l'expérience des États-Unis où, depuis quelques années, les chemins de fer électriques se sont multipliés, nous incline à penser qu'il faudra non seulement déplacer les lignes télégraphiques et téléphoniques en les transformant en lignes bifilaires en câbles aériens ou souterrains, aussi bien pour le télégraphe que pour le téléphone, mais encore qu'il sera nécessaire de prendre, en même temps, sur les lignes de traction électrique elles-mêmes, toutes mesures utiles pour limiter le champ magnétique que ces lignes créent dans leur voisinage. L'emploi des procédés bien connus, tels que fil de contre-courant, transformateurs-suceurs, distribution électrique à 2 ponts avec auto-transformateurs compensateurs, etc... restera obligatoire, malgré le déplacement et la mise en câble des lignes de signalisation.

Moyennant ces précautions, on réduira dans une large mesure les troubles causés par la traction électrique sur les lignes de signalisation et le service sera généralement possible sur les réseaux télégraphique et téléphonique, au moins dans les conditions normales de fonctionnement des lignes de traction. Mais il est à redouter que toutes ces mesures soient insuffisantes pour supprimer complètement les troubles dus à la traction électrique, et il semble infiniment probable que des manifestations très gênantes de l'induction électromagnétique ne manqueront pas d'apparaître dans les bureaux télégraphiques ou téléphoniques et chez les abonnés au téléphone plus ou moins voisins des voies ferrées électrifiées, surtout au moment de conditions anormales, et en particulier de court-circuits sur ces voies.

Pour justifier ces craintes, il nous semble utile de faire quelques remarques théoriques et expérimentales sur l'influence exercée par une ligne de traction électrique, à courant alternatif mono-

phasé ou triphasé ou à courant continu, sur les conducteurs d'un câble téléphonique ou télégraphique. Nous supposons qu'une ligne télégraphique est toujours bifilaire comme une ligne téléphonique. Nous considérerons l'action globale du fil de contact (trolley) et du conducteur de retour du courant de traction (rail et terre) dans le cas de la traction monophasée ou de la traction par courant continu ; de même, dans le cas de la traction triphasée, nous considérerons l'action globale des 2 fils de contact et du conducteur de retour (rail et terre). Dans tous les cas, nous aurons donc à envisager un circuit de signalisation bifilaire constitué par 2 conducteurs torsadés ensemble, isolés au papier et placés dans l'enveloppe de plomb du câble, et, à l'extérieur de ce câble, un champ électromagnétique inducteur résultant provenant de la ligne de traction, — champ que nous décomposerons en un champ électrique et en un champ magnétique, tous deux variables avec le temps et tous deux perpendiculaires à l'axe du câble et par suite aux fils télégraphiques ou téléphoniques considérés.

Dans ces conditions, nous évaluerons le champ électrique et le champ magnétique à l'intérieur de l'enveloppe, c'est-à-dire ceux qui influencent réellement le circuit de signalisation considéré. Puis nous rappellerons toutes les manifestations par lesquelles se traduit cette influence perturbatrice dans l'exploitation téléphonique ou télégraphique. Enfin nous indiquerons dans quelle mesure on a pu remédier à ces troubles aux États-Unis où l'on a eu à traiter dans la pratique de tels cas de parallélisme entre une ligne de traction électrique et des câbles téléphoniques contenant des circuits interurbains à longue et à courte portée, des lignes auxiliaires entre bureaux téléphoniques et des lignes d'abonnés.

1. — CHAMP ÉLECTRIQUE A L'INTÉRIEUR D'UN CÂBLE TÉLÉPHONIQUE SOUmis A L'INFLUENCE D'UNE LIGNE DE TRACTION ÉLECTRIQUE.

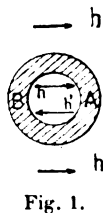
Supposons en premier lieu qu'on introduise dans un champ électrique stable, uniforme, d'intensité constante h , un câble téléphonique possédant une enveloppe de plomb.

Les corps métalliques (en particulier le plomb) sont caractérisés par la présence d'un nombre considérable de corpuscules électriques nommés électrons (il y en a environ 10^{23} par cm^3) capables de se déplacer librement dans l'espace compris entre les atomes du métal. Par suite, aussi longtemps qu'une force électrique agit sur ces électrons, aucun équilibre n'est possible.

Lorsque le câble considéré est introduit dans le champ électrique h , les électrons contenus dans l'enveloppe de plomb sont soumis à une force électrique due au champ h . Les électrons étant des charges électriques négatives remontent les lignes de force du champ; de sorte que des électrons provenant de la région A vont se diriger vers la région B (fig. 1). Il

en résultera un déficit d'électrons en A et un excès d'électrons en B (déficit et excès par rapport au taux normal d'électrons que comporte le plomb dans l'état neutre au point de vue électrique). En d'autres termes, il apparaîtra une charge électrique négative sur la face B et une charge électrique positive sur la face A : c'est le phénomène bien connu de l'influence électrique, caractérisé par la couche électrique superficielle double. Ce mouvement d'électricité se produira jusqu'à ce que le champ h' , dû à ces charges développées par influence, neutralise complètement le champ h en tous points du métal (sauf aux points situés sur la surface extérieure du câble) et en tous points de la cavité située à l'intérieur de l'enveloppe métallique. En chacun de ces points, le champ électrique résultant ($h + h'$) sera nul, à partir du moment où les charges par influence auront eu le temps de se produire. Dès lors la condition d'équilibre électrique sera réalisée et l'enveloppe conductrice constituera un écran électrique parfait mettant tous les points situés à l'intérieur de cette enveloppe à l'abri du champ électrique extérieur h .

Le temps nécessaire pour que les charges par influence se produisent ou, autrement dit, que l'état d'équilibre électrique soit atteint, est extrêmement court dans le cas des enveloppes métalliques. Par suite, cette propriété d'écrans électriques peut être considérée comme rigoureuse non seulement dans le cas d'un



champ électrique stable h (c'est-à-dire constant dans le temps mais aussi dans le cas d'un champ électrique h variable très lentement.

Si l'on déplace par exemple des corps électrisés le long du câble téléphonique, ou, ce qui revient au même, si, par suite du mouvement des locomotives sur une ligne de traction électrique par courant continu, les potentiels des différents points du fil de contact varient lentement, et que par conséquent le champ électrique autour de ce fil de contact varie lui-même lentement, le champ électrique en un point quelconque intérieur à l'enveloppe de plomb du câble reste rigoureusement nul à tout instant. Les conducteurs d'un câble téléphonique ou télégraphique parallèle à une ligne de traction électrique par courant continu sont donc parfaitement à l'abri de l'induction électrostatique.

Si le champ électrique extérieur h varie rapidement avec le temps, ce qui est le cas de la traction par courant alternatif, s'il est par exemple une fonction sinusoïdale du temps de période

T définie par l'égalité $h = h_0 \sin 2\pi \frac{t}{T}$, on n'a plus, *a priori*, le

droit d'étendre à ce cas les résultats de l'électrostatique. En un point quelconque situé à l'intérieur du câble (soit dans le métal, soit dans la cavité) il faut envisager non seulement le champ électrostatique que l'on aurait en immobilisant les charges électriques dans l'état et aux points où elles se trouvent à l'instant considéré, mais aussi le champ d'induction électrique dû au mouvement de l'électricité, mouvement qui entraîne notamment des échanges d'énergie entre les différentes parties du champ. Le champ électrique total résulte de la superposition de ces champs partiels.

Il est facile de se rendre compte approximativement d'une façon simple pourquoi ce *champ électrique total* doit être nul à l'intérieur d'un corps métallique, même dans le cas du mouvement de l'électricité.

On sait que la loi de Joule dans un conducteur de forme quelconque peut s'exprimer de la façon suivante : la chaleur dégagée dans l'unité de volume par unité de temps en un point où l'in-

tensité du champ électrique est h a pour expression $W_j = c h^2$, c désignant la conductibilité de la substance conductrice au point considéré.

Il suffit en effet de considérer un tube élémentaire de courant de section σ , de longueur dn ; sa résistance est $\rho \frac{dn}{\sigma}$, ρ étant la résistivité; l'intensité de courant qui le traverse est $i = \frac{h\sigma}{\rho}$; la quantité de chaleur dégagée dans l'unité de temps est : $r i^2 = \frac{h^2}{\rho} \sigma dn$; la chaleur dégagée par unité de temps dans l'unité de volume est donc : $W_j = \frac{r i^2}{\sigma dn} = \frac{h}{\rho} = c h^2$.

D'autre part on sait que l'énergie du champ électrique par unité de volume est $W_c = \frac{k h^2}{8 \pi}$, k étant le pouvoir inducteur électrique du milieu au point où se trouve l'unité de volume considérée.

$$\text{On a donc } W_j = c h^2 = 2 \frac{4 \pi c}{h} \frac{k h^2}{8 \pi} = \frac{2}{\theta} W_c$$

en posant $k = 4 \pi c \theta$.

Les corps dits conducteurs sont donc des corps tels que, lorsqu'un champ électrique y est créé, l'énergie électrique s'y dissipe par transformation en chaleur avec une rapidité représentée par la fraction $\frac{2}{\theta}$ (θ a en effet les dimensions d'un temps), laquelle ne dépend que de la nature du corps conducteur (VASCHY, *Théorie de l'électricité*).

En d'autres termes, lorsque les pertes d'énergie électrique ne sont pas réparées par une source extérieure, le champ électrique tend à se dissiper dans les conducteurs.

Pour nous rendre compte de la loi qui régit cette dissipation supposons que le câble téléphonique envisagé soit un cylindre homogène en plomb de section A B placé dans un champ extérieur qui a à l'instant t la valeur h , et assimilons ce cylindre de plomb à un condensateur dont les faces A et B sont les arma-

tures et dont le plomb constitue le diélectrique. Supposons qu'à l'instant t ce pseudo-condensateur à diélectrique-conducteur cesse d'être soumis à l'influence du champ extérieur et se décharge spontanément. Dans ces conditions, l'énergie électrique de chaque élément de volume se réduit dans le temps dt d'une fraction $\frac{2 dt}{\theta}$, qui est la même partout. Comme cette énergie électrique est proportionnelle à h^2 , h se trouve partout réduit de la même fraction $\frac{dt}{\theta}$, ce qui ne modifie pas les surfaces équipotentiellles et ne détruit pas l'équilibre électrostatique.

$$\text{On a donc } \frac{dh}{h} = -\frac{dt}{\theta}; \text{ d'où : } h = h_0 e^{-\frac{t}{\theta}}.$$

Ainsi le champ s'affaiblit suivant une loi exponentielle et la constante d'affaiblissement est $\frac{1}{\theta}$.

Dans le câble réel (de section hétérogène puisque l'enveloppe de plomb contient des conducteurs de cuivre isolés par du papier et de l'air) la loi d'affaiblissement du champ n'est plus la même, car la variation d'énergie électrique, et par suite celle du champ $\frac{dh}{h}$, n'étant plus la même aux divers points, l'état d'équilibre électrostatique est constamment détruit. Mais, dans ce cas, à tout instant, les parties les moins affaiblies du champ (air et papier) tendent à envoyer de l'énergie aux parties les plus affaiblies (cuivre et plomb) et, bien que le raisonnement précédent ne puisse plus s'appliquer en toute rigueur, on conçoit que l'on obtienne, à défaut de la loi exponentielle simple précédente, un phénomène de même nature et de même ordre de grandeur.

Pour apprécier cet ordre de grandeur, c'est-à-dire la vitesse moyenne de dissipation du champ électrique à l'intérieur des conducteurs caractérisée par la constante de temps θ , il suffit de calculer θ par la relation $k = 4\pi c \theta$. Pour les métaux, la mesure du pouvoir inducteur spécifique rapporté à celui de l'air est impossible.

Cependant, en désignant par p la valeur de ce pouvoir inducteur

pour le cuivre par exemple, on trouve que, pour ce métal, $\theta = 1,4 \cdot 10^{-19}$ p seconde, c'est-à-dire, est extraordinairement petit (VASCHY). Pour le plomb, la valeur de θ est du même ordre de grandeur.

On voit donc que l'énergie électrique se dissipe dans les conducteurs avec une rapidité inconcevable, caractérisée par une constante de temps θ de l'ordre de 10^{-19} seconde au moins. A l'égard de cette constante de temps, la période de variation du champ électrique, dû à une ligne de traction électrique monophasée par exemple ($T = \frac{1}{16}$ ou $\frac{1}{20}$ de seconde) est énorme. Le champ électrique qui à tout instant tendrait à se créer au sein d'une enveloppe métallique tend également à disparaître aussitôt créé : finalement, on conçoit par quel mécanisme le résultat bien connu de l'expérience de la cage de Faraday subsiste dans le champ des machines électriques usuelles aussi bien que dans le champ de charges électriques statiques.

2. — CHAMP MAGNÉTIQUE A L'INTÉRIEUR D'UN CÂBLE TÉLÉPHONIQUE SOUMIS A L'INFLUENCE D'UNE LIGNE DE TRACTION ÉLECTRIQUE.

Supposons que la ligne de traction perturbatrice soit parcourue par un courant variable qui, à un instant donné, est le même en tous les points de cette ligne, mais qui varie avec le temps, suivant une loi sinusoïdale par exemple. Il en résulte à l'extérieur du câble téléphonique influencé un champ magnétique uniforme tout le long du câble et variable suivant la loi :

$H = H_0 \sin 2 \pi f t$, f désignant la fréquence du courant de traction.

Ce champ magnétique H induit dans l'enveloppe de plomb du câble téléphonique des courants de Foucault, qui, d'après la loi de Lenz, créent à leur tour un champ magnétique H' antagoniste, c'est-à-dire tendant à s'opposer au champ H . Le champ magnétique à l'intérieur de l'enveloppe de plomb, c'est-à-dire le champ magnétique agissant réellement sur les circuits téléphoniques, sera la résultante entre ces deux champs H et H' .

Mais il est facile de se rendre compte que la composante H' est négligeable par rapport à la composante H dans les cas de parallélisme usuels entre lignes de traction et câbles téléphoniques, ou, en d'autres termes, que l'influence des courants de Foucault est très faible. Cela tient 1° à ce que le plomb a une résistivité relativement élevée; 2° à ce que la position de l'enveloppe de plomb par rapport au champ H est très défavorable à la formation de ces courants.

Pour nous rendre compte de l'ordre de grandeur du rapport $\frac{H'}{H}$, faisons un calcul approximatif.

Supposons que l'enveloppe de plomb au lieu d'être un cylindre de diamètre extérieur D et d'épaisseur e , soit un prisme à section carrée de côté D et d'épaisseur e (fig. 2-a). Supposons que le champ magnétique extérieur H soit perpendiculaire à deux des faces de ce prisme.

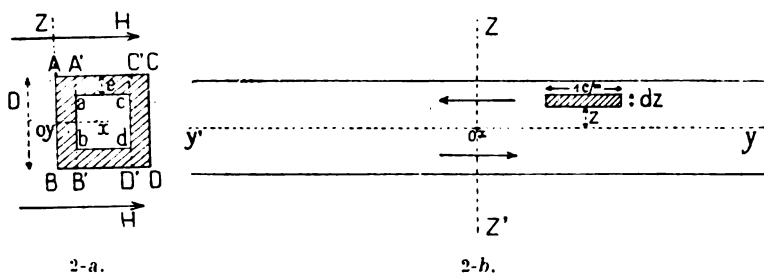


Figure 2.

Nous pouvons décomposer ce prisme creux à section carrée en 4 prismes pleins ayant pour sections respectivement les rectangles $AA'B'B$, $CC'D'D$, $A'acC'$ et $B'bdD'$. Nous aurons une valeur maximum du champ magnétique H' en ajoutant les champs H'_1 , H'_2 , H'_3 , H'_4 créés aux centres de chacun de ces prismes par les courants de Foucault développés dans ces prismes envisagés isolément.

Considérons donc le premier prisme rectangulaire de section $AA'B'B$, supposé placé seul dans le champ magnétique H . Sur

sa face antérieure AB traçons deux axes $y'oy$ et $z'oz$ et normalement à cette face traçons un axe ox (fig. 2-b).

L'épaisseur e et le diamètre D du câble étant négligeables par rapport à sa longueur L (longueur du parallélisme entre le câble téléphonique et la ligne de traction), on peut admettre que les filets de courants de Foucault développés dans le prisme considéré ont les directions représentées par les flèches (fig. 2-b) c'est-à-dire sont parallèles aux arêtes du prisme et ont des sens opposés aux deux bords.

Considérons alors une tranche du prisme de plomb située à une distance z du plan xoy et ayant pour dimensions : l'unité de longueur (soit 1 cm.) dans le sens oy et dans le sens ox , et dz dans le sens oz . Sa section suivant le plan yoz sera le rectangle hachuré représenté sur la fig. 2-b.

La conductance électrique de cette tranche est $c \frac{dz \times 1}{1}$, c étant la conductibilité du plomb (inverse de la résistivité).

Le flux magnétique coupé par cette tranche est $H \times z \times 1$. La force électro-motrice induite dans cette tranche est donc $dE = \frac{2\pi}{\sqrt{2}} f H z = \sqrt{2} \pi f H z$.

Cette force électro-motrice produit dans la tranche considérée un courant de Foucault d'une intensité

$$dI = dE \times c dz = \sqrt{2} \pi f H c z dz$$

Le courant de Foucault total induit dans une tranche de hauteur D de longueur 1 cm. et d'épaisseur 1 cm. sera donc

$$I = \int_0^D dI = \frac{\sqrt{2} \pi}{8} D^2 f H c$$

Pour une longueur de câble L cm. et une épaisseur e cm., le courant de Foucault total créé dans le prisme rectangulaire à section $AA'B'B$ considéré sera par suite $\frac{\sqrt{2} \pi}{8} \times \frac{e D^2}{L} \times f c H$ puisque la conductance est directement proportionnelle à la section et en raison inverse de la longueur.

Le champ magnétique produit par un courant circulaire I en son centre étant $4 \pi I$, nous aurons une valeur maximum du champ produit au centre du prisme considéré par les courants de Foucault développés dans ce prisme en prenant pour H'_1 l'expression :

$$H'_1 = \frac{\pi^2}{\sqrt{2}} \frac{e D^2}{L} f c H$$

D'autre part, on a $H'_2 = H'_1$ et de la même façon

$$H'_3 = H'_1 = \frac{\pi^2}{\sqrt{2}} \frac{(D - 2e)}{L} e^2 f c H$$

Par suite, une valeur maximum de H' sera

$$\frac{\pi^2}{\sqrt{2}} f c H \left[\frac{e D^2}{L} + \frac{(D - 2e) e^2}{L} \right]$$

soit $f = 16^2 \text{ C} = \frac{1}{20 \text{ microhms/cm.}} = 0,5 \cdot 10^{-4} \text{ cgs}$

$$e = 0 \text{ cm. } 5 D = 5 \text{ cm.}$$

$$L = 1 \text{ km.} = 10^5 \text{ cm. (parallélisme d'1 km. seulement).}$$

On a, pour le rapport $\frac{H'}{H}$, la valeur maximum

$$\frac{\pi^2}{\sqrt{2}} \times 16 \times 0,5 \cdot 10^{-4} \left\{ \frac{0,5 \times 25}{10^5} + \frac{4 \times 0,25}{10^5} \right\}$$

de l'ordre de 10^{-7} , c'est-à-dire tout à fait négligeable.

Par conséquent pour toutes les lignes téléphoniques en câbles parallèles aux lignes de traction électrique, qu'il s'agisse de lignes d'abonnés, de lignes auxiliaires entre bureaux centraux ou de circuits interurbains de longueur quelconque, on peut admettre que le champ magnétique dû à la ligne de traction est le même à l'extérieur qu'à l'intérieur de l'enveloppe de plomb du câble.

En résumé, si nous considérons une ligne de traction électrique et des circuits téléphoniques ou des lignes télégraphiques à double fil placés dans un câble aérien ou souterrain (ces deux

cas sont identiques si l'enveloppe de plomb du câble aérien et le toron d'acier qui soutient ce câble sont mis à la terre à intervalles réguliers, ce qui est conforme à la pratique courante), le rôle de l'enveloppe métallique, au point de vue de la protection des circuits téléphoniques ou télégraphiques contre l'action perturbatrice de la ligne de traction, est le suivant : elle met les circuits complètement à l'abri de l'induction électrostatique ; elle n'a aucune action sensible au point de vue de l'induction électromagnétique.

Dès lors, si nous considérons un circuit particulier (par exemple un circuit téléphonique), nous devons faire abstraction du champ électrique et ne considérer que le champ magnétique. Ce champ induit sur le circuit : 1° un voltage transversal, c'est-à-dire une différence de potentiel entre les deux fils du circuit, qui tend à faire circuler un courant dans ces deux fils en série. Ces deux fils étant torsadés ensemble suivant une hélice à faible pas, cet effet sera en général extrêmement faible, malgré l'importance du champ magnétique inducteur ; 2° un voltage longitudinal, c'est-à-dire une différence de potentiels entre les deux fils pris en parallèle et la terre (ou l'enveloppe de plomb du câble). Pour comprendre comment ce voltage longitudinal peut s'établir, il suffit de considérer le circuit ayant comme conducteur d'aller les deux fils téléphoniques groupés en parallèle et comme conducteur de retour l'enveloppe de plomb du câble, ce circuit étant fermé par des condensateurs représentant la capacité entre les deux fils téléphoniques et l'enveloppe de plomb, capacité répartie linéairement tout le long du câble. L'aire d'un tel circuit peut avoir une surface très importante, si le parallélisme entre la ligne de traction et le câble téléphonique est suffisamment long. Pour un parallélisme de 1 kilomètre, cette surface est déjà de l'ordre de 10 mètres carrés en supposant que les conducteurs téléphoniques considérés soient à 1 centimètre de la surface intérieure de l'enveloppe du plomb. Dans ces conditions, on conçoit que le flux magnétique variable qui traverse une telle surface induise des différences de potentiel importantes entre les fils téléphoniques et l'enveloppe de plomb du câble. Par symétrie.

le point milieu des fils téléphoniques (supposés influencés sur toute leur longueur), doit se mettre au potentiel du sol (c'est-à-dire de l'enveloppe de plomb du câble) et c'est aux deux bouts du circuit supposé bien isolé que les différences de potentiel induites entre les deux fils téléphoniques et la terre seront maxima; or, c'est à ces points que se trouvent les appareils d'utilisation (postes d'abonnés ou tableau commutateur).

On peut encore assimiler, si l'on veut, les deux fils du circuit téléphonique pris en parallèle à un conducteur d'enroulement statorique d'alternateur; ce conducteur, au lieu d'être logé dans une encoche de fer, se trouve enfermé dans une gaine de plomb. On sait qu'une différence de potentiel alternative s'établit entre les deux extrémités d'un conducteur statorique sous l'influence du champ magnétique d'intensité constante tournant avec les pôles du rotor; de même, sous l'influence du champ fixe, mais d'intensité périodiquement variable que créent dans leur voisinage les lignes de traction électrique, des potentiels alternatifs par rapport au sol apparaîtront aux extrémités des circuits téléphoniques contenus dans un câble sous plomb parallèle à ces lignes de traction électrique.

Quoi qu'il en soit, l'établissement de ces voltages longitudinaux entre la terre et les fils téléphoniques se produit manifestement par le jeu de l'induction électromagnétique; de sorte que, bien qu'une enveloppe métallique soit un écran électrique parfait et bien que les conducteurs d'un câble soient torsadés ensemble par paires avec soin, la mise en câble aérien ou souterrain d'un circuit téléphonique ne met pas ce circuit complètement à l'abri des troubles d'induction et peut laisser subsister sur ce circuit des potentiels dangereux.

Ce que nous venons de dire s'applique non seulement aux lignes de traction monophasée mais également aux lignes de traction triphasée, à condition de considérer comme courant perturbateur ce que, dans une étude précédente, nous avons défini comme le courant résiduel de la ligne triphasée (1). Enfin ces

(1) Règles générales suivies aux États-Unis pour protéger les lignes téléphoniques contre les lignes triphasées par G. Valensi, *Annales des P. T. T.*, pages 526-607, n° 4-1918.

résultats subsistent encore, dans une certaine mesure, pour la traction par courant continu, car le champ magnétique créé par de telles lignes de traction dans leur voisinage est loin d'être constant : 1° la partie principale de ce champ, proprement dite « continue », varie de grandeur avec le temps suivant le mouvement et la charge des trains, etc. ; 2° ce champ possède, d'autre part, des composantes variables périodiquement avec une fréquence parfois élevée et dues à toutes sortes de causes : harmoniques de denture des générateurs et des moteurs, harmoniques dus au fonctionnement des collecteurs, etc.

3. — DIFFÉRENTES MANIFESTATIONS, DANS LES RÉSEAUX TÉLÉGRAPHIQUES ET TÉLÉPHONIQUES, DE L'INDUCTION ÉLECTROMAGNÉTIQUE DUE AUX LIGNES DE TRACTION ÉLECTRIQUE.

Les raisons pour lesquelles les lignes de traction électrique causent des troubles importants dans les circuits de signalisation, principalement par induction électromagnétique, sont les suivantes : 1° le courant parcourant le fil de contact (trolley) est important ; 2° son retour s'effectue en grande partie par la terre, de sorte que l'aire du circuit inducteur est très large ; 3° les lignes de traction, à cause de leur nature et du service auquel elles sont destinées, sont plus sujettes que toutes les autres lignes d'énergie aux conditions anormales et en particulier aux court-circuits.

Les différentes manières par lesquelles les troubles dus aux lignes de traction électrique se manifestent sur les lignes télégraphiques et téléphoniques sont les suivantes :

1° *Troubles dans l'exploitation télégraphique ou téléphonique :*

- a) Interruption totale du service télégraphique ou téléphonique ;
- b) Faux-appels ;
- c) Bruits sur les circuits téléphoniques ;
- d) Perturbations dans la transmission des signaux télégraphiques.

2° *Dégâts causés au matériel :*

- a) Risques d'incendie ;
- b) Magnétisation des bobines Pupin placées sur les câbles ou sur les lignes aériennes téléphoniques interurbaines.

3° *Accidents de personnes (employés de l'Administration ou abonnés) :*

- a) Chocs électriques ;
- b) Chocs acoustiques.

Nous allons examiner brièvement ces différents genres de troubles, en insistant particulièrement sur ceux dont on parle généralement le moins, parce qu'on les considère, avec raison d'ailleurs, comme secondaires :

1° TROUBLES D'EXPLOITATION :

a) *Interruption totale du service.* — Les forces électro-motrices induites par les lignes de traction sur les lignes de signalisation peuvent être suffisamment élevées pour faire fonctionner les organes de protection de ces lignes : fondre un fusible, ou, si la décharge traversant un paratonnerre est suffisante, mettre une terre permanente sur la ligne à ce paratonnerre. La ligne de signalisation ainsi affectée se trouve, soit rompue, soit à la terre ; en tout cas, elle est inutilisable jusqu'à ce que ses organes de protection soient rétablis dans les conditions normales. Si l'organe affecté se trouve au bureau central, la réparation se fait rapidement ; s'il s'agit au contraire du paratonnerre d'un poste d'abonné situé loin du bureau, il faut souvent un temps considérable pour que l'ouvrier atteigne cet organe et effectue la réparation : dans ces conditions, le service téléphonique reste longtemps interrompu pour cet abonné.

Il se peut que le fonctionnement du paratonnerre ne laisse pas une terre franche, mais diminue simplement l'isolement de la ligne ; il se peut aussi que la force électro-motrice induite par la ligne de traction ne soit pas suffisante pour faire fonctionner les organes de protection de la ligne de signalisation mais soit suf-

fisante pour percer l'isolant en un point de cette ligne ou en un point des appareils raccordés à cette ligne. Dans les deux cas, la résistance d'isolement peut devenir insuffisante et le service (télégraphique ou téléphonique) difficile.

b) *Faux appels*. — Les voltages alternatifs (à 25 périodes, par ex.) induits entre les deux fils d'un circuit téléphonique et la terre peuvent, s'ils ont une valeur suffisamment élevée, faire fonctionner non seulement les sonneries ou annonceurs d'appel branchés entre les fils (ou un des fils) et la terre, mais aussi les sonneries branchées entre les deux fils de la ligne (en causant une décharge entre les électrodes des paratonnerres). Ces dernières sonneries peuvent naturellement être actionnées également par des voltages induits entre les deux fils de la ligne téléphonique, pourvu que ces voltages aient une valeur suffisante.

Il faut de 8 à 10 volts pour actionner une sonnerie ordinaire et une vingtaine de volts pour actionner une sonnerie biaisée, dont l'armature est retenue par un ressort plus puissant.

Lorsque, sur une ligne de traction monophasée à 25 périodes par exemple, il se produit un court-circuit accidentel, il n'est pas rare que des centaines de sonneries soient actionnées sur les lignes téléphoniques d'abonnés voisines de la voie et même situées à plus d'un kilomètre de distance. Les faux appels qui en résultent sont une source de plaintes de la part des abonnés, plaintes souvent très vives lorsque ces appels intempestifs se sont produits par exemple au milieu de la nuit ou à une heure matinale.

c) *Bruits sur les circuits téléphoniques*. — On sait qu'il suffit d'une puissance inférieure à un dixième de microwatt, sous forme alternative aux fréquences de la voix humaine, pour produire un son audible dans un récepteur téléphonique. Dans les longs circuits téléphoniques interurbains, l'énergie qui parvient normalement au poste récepteur est très voisine du minimum nécessaire pour que la conversation soit satisfaisante. Dans ces conditions, un bruit étranger, dû par exemple à l'induction d'une ligne de traction monophasée, à peine perceptible pour une oreille peu exercée, peut causer un préjudice considérable

à l'audition et déprécier dans une très large mesure la valeur effective d'un long circuit téléphonique dont le prix de revient est généralement élevé.

Nous avons, dans un article précédent (1), indiqué que le préjudice ainsi causé dépend largement de la fréquence des courants perturbateurs. Le courant de traction (à une fréquence fondamentale basse, de 16 à 25 périodes par seconde) produit en général peu de bruit; mais il peut arriver que l'onde, sous une influence quelconque, se déforme (à cause de la saturation du fer d'un transformateur par exemple) ou que des harmoniques de denture des moteurs, dont la fréquence dépend de la vitesse de rotation de ces moteurs, c'est-à-dire varie constamment dans un train en marche, apparaissent sur la ligne de traction. Dans ces conditions, il n'est pas rare que l'on entende sur les circuits téléphoniques voisins de cette ligne une friture qui parfois est assez intense pour rendre toute conversation impossible.

d) *Perturbation dans la transmission des signaux télégraphiques.* — Un courant induit d'une intensité de 1 milliampère à 25 périodes peut déjà, dans certaines conditions, troubler sérieusement la transmission d'un appareil télégraphique Morse; le fonctionnement des appareils imprimeurs rapides (Hughes, Bau-dot, etc...) est en général plus ou moins troublé par un courant parasite, même très petit, quelle que soit la valeur de ce courant.

2° DÉGATS CAUSÉS AU MATÉRIEL.

a) *Risques d'incendie.* — Étant donné la nécessité d'amener de nombreux fils au même endroit dans un espace limité, il est impossible d'utiliser pour les lignes téléphoniques ou télégraphiques des conducteurs à guipage isolant très épais, comme il est d'usage pour les fils de lumière ou de force motrice électriques. Par suite, la résistance d'isolement des conducteurs de signalisation est inévitablement assez faible.

(1) Règles générales suivies aux États-Unis pour protéger les lignes téléphoniques contre les lignes triphasées, par G. VALENSI, *Annales des P. T. T.*, pages 526-607, n° 4-1918.

Des voltages de 200 volts, ou même inférieurs, surtout lorsqu'ils proviennent de sources étrangères extrêmement puissantes, c'est-à-dire de réservoirs d'énergie considérables, ce qui est le cas des voltages induits par les lignes de traction électrique, constituent un risque très net d'incendie.

En général, le risque d'incendie sur les réseaux de signalisation influencés par des lignes de traction n'existe vraiment qu'au moment d'un court-circuit sur ces lignes de traction. Cependant, il est possible que les voltages induits par les lignes de traction dans les conditions normales, en imposant un effort aux isolants des lignes de signalisation voisines finisse par diminuer la résistance diélectrique de ces isolants et par suite facilitent leur rupture.

b) *Magnétisation des bobines Pupin.* — L'emploi des bobines Pupin sur les circuits téléphoniques interurbains est nécessaire pour les lignes longues en câbles et avantageux pour les lignes courtes en câble ou pour les très longues lignes en fils nus aériens.

Le bon fonctionnement d'une ligne pupinisée exige que l'inductance et la résistance effective de ses bobines soient rigoureusement constantes et restent toujours conformes aux spécifications. Or tous les courants, continus ou alternatifs, d'une intensité supérieure à celle des courants télégraphiques qui parcourent normalement les circuits de la ligne téléphonique lorsque ces circuits sont appropriés au télégraphe sont susceptibles de magnétiser les noyaux de ces bobines, c'est-à-dire de changer l'état magnétique (et notamment la perméabilité magnétique) du fer de ces noyaux : il en résulte généralement une diminution à la fois de la résistance effective et de l'inductance des bobines.

Étudions d'un peu plus près ce phénomène de magnétisation qui est d'une importance capitale au point de vue de la qualité de la transmission téléphonique sur les lignes pupinisées. Considérons une bobine Pupin dont les enroulements, raccordés à une batterie de piles en série avec un rhéostat, peuvent être parcourus par un courant continu d'intensité croissante. Mesurons auparavant l'inductance L_0 de la bobine, avant qu'aucun courant appréciable n'ait traversé ses enroulements : nous appellerons

cette inductance l'inductance initiale à vide. Supposons que nous ayons affaire par exemple à une bobine Pupin dont le noyau est constitué par des fils de fer doux de perméabilité magnétique initiale $\mu_0 = 65$ et supposons que l'on trouve $L_0 = 250$ millihenrys à 800 périodes. C'est la valeur que l'inductance de la bobine doit conserver dans la transmission téléphonique, telle qu'elle a été prévue au moment où l'on a étudié la pupinisation de la ligne à laquelle cette bobine est destinée.

Faisons parcourir les enroulements de la bobine par un courant continu d'intensité progressivement croissante, par bonds de 50 milliampères par exemple. Après chaque accroissement de courant, mesurons au pont à courant alternatif de 800 périodes l'inductance résiduelle L de la bobine.

Portons en abscisses les valeurs successives du courant continu progressivement croissant et en ordonnées les valeurs correspondantes du rapport $\frac{L}{L_0}$ exprimées en %. Nous obtiendrons la courbe de la figure 3.

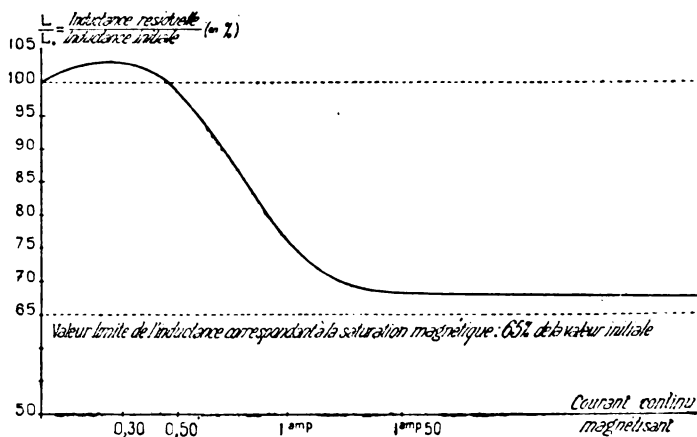


Fig. 3.

On observe d'abord un accroissement d'inductance de la bobine par rapport à l'inductance initiale que possède la bobine lorsque son noyau n'est pas magnétisé. Mais cet accroissement dépasse rarement 5% de la valeur initiale et est suivi bien vite d'une

décroissance d'abord lente jusqu'à la valeur initiale, puis, dans le cas de la bobine considérée, très rapide avec une pente très accentuée qui aboutit finalement à une valeur minimum assez bien définie. Cette valeur minimum correspond à la saturation magnétique du fer du noyau de la bobine. Pour le type de bobine considéré, cette valeur minimum vaut environ les 65 centièmes de la valeur initiale L_0 .

Pour d'autres types de bobines Pupin, l'intervalle dans lequel varie l'inductance, au cours de la magnétisation est souvent beaucoup plus petit.

Ces changements d'inductance sont dus aux changements de perméabilité magnétique du fer des noyaux. Or, les pertes dans le fer par hystérésis et courants de Foucault dépendent aussi de la perméabilité et par suite la magnétisation change également la valeur de la résistance effective (à 800 périodes) de la bobine, résistance effective qui tient compte des pertes dans le cuivre et des pertes dans le fer.

En général les variations de la résistance effective sont de même sens que celles de l'inductance mais les variations de la résistance effective sont d'amplitude bien plus grandes que celles de l'inductance.

Supposons maintenant que nous prenions une bobine identique à celle décrite précédemment mais n'ayant jamais été magnétisée. Lançons dans son enroulement un courant continu que nous ferons croître de 0 à 1 ampère puis que nous ferons osciller entre 1 ampère et — 1 ampère par augmentations et diminutions successives. En mesurant l'inductance résiduelle après chacune de ces variations élémentaires, nous pourrions tracer par points, dans le mode de représentation en coordonnées rectangulaires définies précédemment, la courbe des variations de l'inductance au cours d'un cycle de magnétisation. Cette courbe aura l'aspect de la courbe représentée sur la figure 4.

Elle est intéressante car elle montre bien l'inconvénient de la magnétisation du noyau d'une bobine Pupin. Supposons, en effet, qu'une bobine neuve dont le point de fonctionnement normal est M_0 ait été magnétisée sous l'influence d'un courant parasite

continu de 1 ampère, c'est-à-dire supposons que nous ayons parcouru l'arc $M_0 M_1$; quand ce courant parasite aura cessé, la bobine reviendra au point M'_0 et non plus au point M_0 , son inductance ayant considérablement diminuée, ce qui est un premier

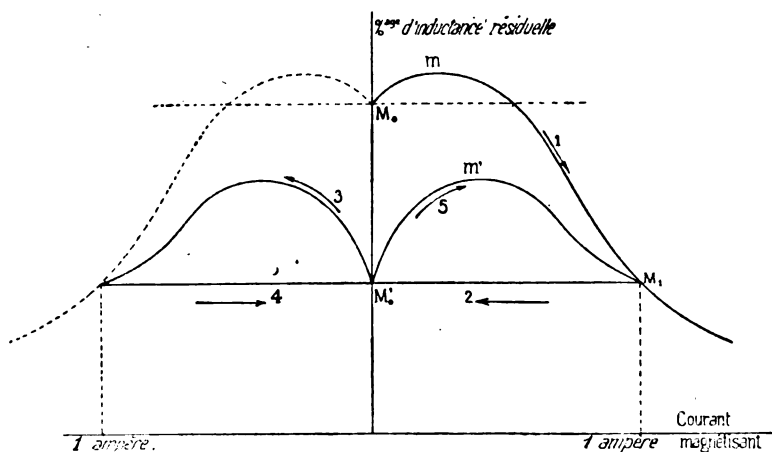


Fig. 4.

inconvenient. Mais supposons maintenant qu'un deuxième courant parasite également positif, variant de 0 à 0,5 ampère, vienne troubler le circuit téléphonique. On aura une nouvelle magnétisation représentée non plus par la courbe $M_0 m M_1$ mais par la courbe à pente beaucoup plus forte $M'_0 m' M_1$.

Par suite, lorsqu'une bobine a été une fois magnétisée, des courants parasites relativement faibles produiront de très importantes variations de l'inductance de cette bobine.

Il est presque toujours impossible de démagnétiser les bobines Pupin sur place; il faut le plus souvent les remplacer par des bobines neuves et les renvoyer à l'usine où l'on effectue leur démagnétisation en lançant par exemple dans leurs enroulements un courant alternativement positif et négatif d'une intensité régulièrement décroissante. Mais lorsque des courants parasites d'une grande intensité ont traversé une telle bobine, il est en général impossible de la démagnétiser complètement et de relever la perméabilité de son noyau de fer à sa valeur normale; dès

lors cette bobine devient inutilisable sur les longs circuits interurbains. Étant donné le prix relativement élevé que coûtent les bobines Pupin, placées sur les circuits téléphoniques à longue portée, il en résulte pour l'Administration des téléphones un préjudice qui est loin d'être négligeable.

3° ACCIDENTS DE PERSONNES.

a) *Chocs électriques*. — Au moment d'un court-circuit sur la ligne de traction, et parfois aussi au moment des manœuvres des interrupteurs ou du déclenchement des disjoncteurs sur le réseau de traction, les lignes téléphoniques voisines peuvent recevoir des charges électriques suffisantes pour provoquer des commotions chez les abonnés au téléphone ou chez les ouvriers travaillant sur ces lignes. La probabilité pour que de telles commotions causent des accidents de personnes graves est sans doute faible; mais il n'en est pas moins vrai que ces incidents sont un sujet de plaintes légitimes de la part des employés et surtout des abonnés qui considèrent, à bon droit, l'usage du téléphone comme une opération sans danger.

b) *Chocs acoustiques*. — Les charges électriques induites subitement sur les lignes téléphoniques, surtout au moment de conditions anormales ou transitoires sur le réseau de traction, même lorsqu'elles ne sont pas suffisantes pour causer des chocs électriques d'où résultent des accidents de personnes, sont en général assez importantes pour produire des chocs acoustiques très désagréables chez les abonnés ou chez les opératrices qui ont à ce moment un récepteur téléphonique à l'oreille; le passage brusque de ces charges électriques dans l'enroulement du récepteur attire ou repousse violemment la membrane, ce qui produit un claquement bref, souvent dangereux pour l'oreille et en tout cas toujours désagréable.

4° RÉSULTATS D'EXPÉRIENCE.

Telles sont les différentes manières par lesquelles l'induction magnétique due aux lignes d'énergie électrique (et en particulier

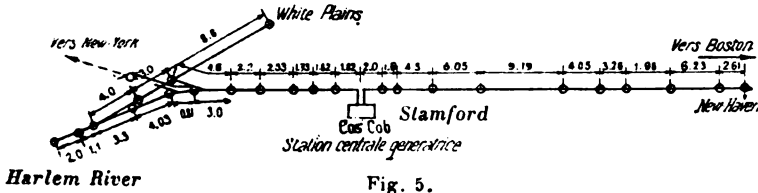
aux lignes de traction électrique) se manifeste sur les lignes de signalisation. Les procédés employés pour supprimer ou en tout cas réduire ces troubles en agissant soit sur les lignes de traction, soit sur les lignes de signalisation, soit sur les deux à la fois, sont bien connus et ont été décrits dans de nombreuses publications. M. Mauduit les a d'ailleurs énumérés pour les lecteurs des *Annales*, dans le récent article que nous avons mentionné et il a également indiqué les heureux résultats obtenus en France par la Compagnie des Chemins de fer du Midi en appliquant quelques-uns de ces procédés. Ces derniers ont porté sur des lignes téléphoniques et télégraphiques en fils nus aériens.

Comme nous ne disposons pas de données d'expériences françaises concernant l'action de la traction électrique sur les lignes de signalisation bifilaires en câble sous plomb, nous donnerons, pour appuyer les remarques théoriques précédentes faites à ce sujet, des renseignements sur les résultats obtenus à l'étranger, et notamment aux États-Unis. Voici, d'après un intéressant article de M. Warren (1), ingénieur de l'American Telephone Company, l'état de cette question en ce qui concerne deux des principaux chemins de fer électriques américains: A) le « New-York, New Haven and Hartford Railway » (ligne principale Woodlawn-Stamford et ligne de branchement New-Canaan Branch); B) le chemin de fer de la « Pensylvania Railroad Company » (ligne de Philadelphie à Paoli).

A) *Ligne Woodlawn-Stamford (New-York, New-Haven and Hartford Railway)*. — La première installation électrique fut mise en service sur cette ligne dans l'été de 1907. Elle occupait une section de chemin de fer à 4 voies d'une longueur d'environ 21 milles: toute l'énergie était fournie par la station centrale génératrice de Cos Cob située à 3 milles à l'ouest de Stamford (figure 5). Pour faire mouvoir un train à Woodlawn, le courant devait traverser 18 milles de fil de contact (trolley) et de feeders

(1) Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers — août 1918 — *Inductive effects of alternating current railroads on communication circuits*, par H. S. WARREN.

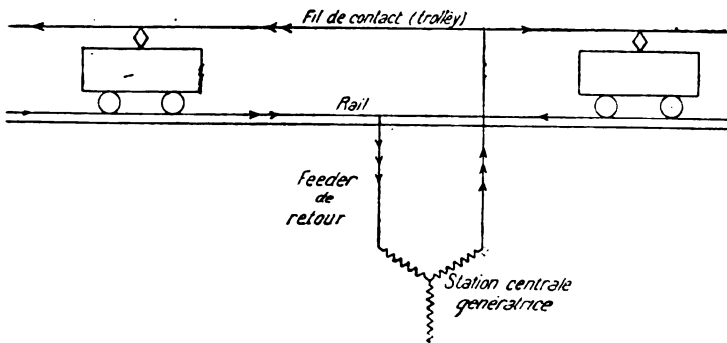
entre Cos Cob et la locomotive, les conducteurs de retour



Chemin de fer « New-York, New-Haven and Hartford Railway ».

Les cercles désignent les emplacements des autotransformateurs compensateurs. Les distances sont exprimées en milles.

entre la locomotive, et Cos Cob étant constitués par les rails et la terre (figure 6).



La ligne téléphonique interurbaine souterraine New-York-Boston est, sur toute cette section, à une distance d'environ 2000 pieds de la voie ferrée (600 mètres), c'est-à-dire à une distance suffisante pour que l'induction causée par le courant du fil de contact eût été considérablement compensée par l'induction due au courant du rail, si ces deux courants avaient été égaux. Cependant, étant donnée la longueur du rail séparant la locomotive de la station centrale, une partie importante du courant de retour quittait le rail et se répandait dans le sol, où il ne produisait plus d'effet compensateur appréciable au point de vue de l'induction.

Après que tout le service des voyageurs eût été assuré électri-

quement entre Woodlawn et Stamford, la différence de potentiel induite, à 25 périodes, sur les circuits téléphoniques souterrains de la ligne de New-Haven atteignit 170 volts, aux heures de charge maximum de la voie ferrée. Sur la ligne aérienne en fils nus allant de New-York à Boston le long de la côte, le voltage induit au même moment était d'environ 300 volts, et était dû surtout à une section de parallélisme de 1 mille et demi environ, située près de Greenwich et le long de laquelle la distance entre la voie ferrée et la ligne aérienne n'était que de 100 pieds (30 mètres). Sur les circuits de cette ligne aérienne, on entendait également des bruits dont l'intensité était particulièrement forte au passage des trains rapides, la hauteur du son dépendant d'ailleurs de la vitesse du train. Les circuits de la ligne souterraine, placés dans l'enveloppe métallique du câble souterrain et n'ayant aucune section de parallélisme très rapproché, n'étaient pas bruyants.

Les fils de la Western Union Telegraph Company qui étaient posés sur des poteaux placés en bordure de la voie étaient le siège de voltages induits bien plus élevés. Ces fils furent en majorité reportés sur une autre ligne de poteaux établie à plusieurs milles de la voie : seuls, quelques-uns restèrent à ce premier emplacement et continuèrent à être utilisés grâce à des transformateurs de compensation.

Cette situation subsista pendant 4 ou 5 ans. Dès le début de 1911, la Compagnie de chemins de fer fit connaître son intention d'étendre l'électrification au chemin de fer de la Harlem River et au chemin de fer de New-York à Westchester et à Boston. Le premier possède 6 voies utilisées surtout pour le transport des marchandises : sa longueur est d'environ 12 milles entre son raccordement à New-Rochelle à la ligne principale et Harlem River.

Le chemin de fer New-York-Westchester-Boston qui est en partie à 4 voies et en partie à 2 voies a été construit en vue du service suburbain. Il se raccorde à West Farms au chemin de fer de Harlem River et s'étend jusqu'à Whiteplains, soit une longueur de 16 milles. Ce programme conduisait en somme à électrifier une longueur nouvelle de voie équivalente à 200 milles

de voie unique. En outre, on se proposait, après l'électrification du chemin de fer de Harlem River, de faire mouvoir électriquement les trains de marchandises aussi bien que les trains de voyageurs sur tout le réseau situé à l'ouest de Stamford (figure 5).

Cette extension de l'électrification, tant au point de vue de la longueur des voies électrifiées que du nombre des trains électriques, causa une certaine anxiété aux ingénieurs de la Compagnie téléphonique. Dans les nouvelles conditions du service de chemins de fer, ces ingénieurs évaluèrent, en se basant sur les charges prévues par la Compagnie de chemins de fer pour les trains futurs, que les voltages induits sur les circuits téléphoniques seraient de plus de 1.500 volts pour la ligne aérienne de la côte et de près de 1.000 volts pour la ligne souterraine. L'induction aurait été bien plus forte encore en cas de conditions anormales sur les lignes de traction. Des voltages de cette valeur sont de beaucoup trop élevés pour les lignes téléphoniques ; aussi les Compagnies de téléphone et de traction se préoccupèrent de déterminer ce qui pouvait être tenté pour améliorer la situation.

Un comité technique mixte se réunit en janvier 1912 pour étudier cette question. Après six conférences, on adopta un plan de modification de la distribution de l'énergie électrique sur le réseau ferré et un sous-comité fut désigné pour en étudier les détails.

Ce nouveau plan fut réalisé en janvier 1914 et l'état de choses en fut considérablement amélioré au point de vue de l'induction.

En dehors de l'établissement d'une nouvelle station centrale génératrice à West Farms (ce qui constitue déjà une amélioration importante) ce nouveau plan comporte l'utilisation de 17 autotransformateurs de compensation d'une capacité de 2.000 kv. a. chacun. Ils sont répartis le long de la ligne aux endroits les plus avantageux pour l'alimentation du fil de contact afin de réduire au minimum le trajet dans les rails du courant de retour.

La figure 6 représente sommairement les éléments du schéma de l'ancienne installation (antérieure au 25 janvier 1914). Le courant alimentant chaque locomotive s'écoulait de l'usine génératrice vers cette locomotive par les feeders d'aller et les fils de contact et revenait à l'usine par les rails, la terre et les feeders de retour.

Le circuit inducteur ainsi formé avait une surface considérable et au moment d'un court-circuit par exemple, les forces magnéto-motrices produites étaient énormes.

La ligne pouvait bien être sectionnée en différents endroits au moyen d'un certain nombre d'interrupteurs ou sectionneurs, mais ceux-ci étaient surtout destinés à l'isolement de sections défectueuses et non à la réduction des troubles inductifs.

La figure 7 représente schématiquement la nouvelle installation. Elle ressemble beaucoup à une distribution de courant continu à 3 fils (système Edison) mais ici la charge directe est toujours placée sur le même pont constitué par le fil de contact et le rail, l'autre pont (rail et feeder de retour) ne recevant sa charge qu'indirectement par les autotransformateurs qui jouent le rôle des compensatrices ou égalisatrices des réseaux de distribution de courant continu à 3 fils.

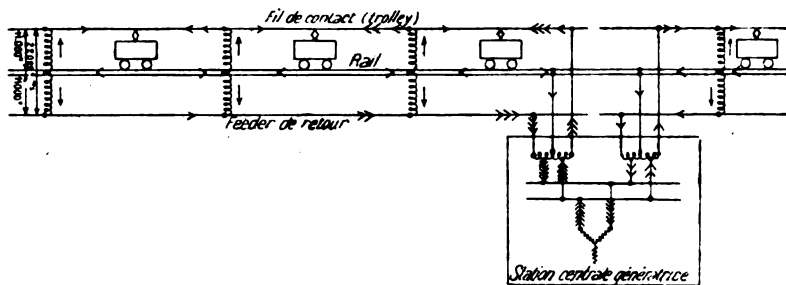


Fig. 7.

Le schéma montre la station centrale de Cos Cob qui contient des générateurs triphasés 11.000 volts utilisés comme générateurs monophasés pour alimenter les lignes de traction et comme générateurs triphasés pour alimenter tous les autres récepteurs du secteur au moyen de lignes de transport de force.

Des autotransformateurs installés à l'usine génératrice élèvent le voltage de 11.000 à 22.000 volts, le milieu de leurs enroulements secondaire étant raccordé aux rails.

Des autotransformateurs sont également installés le long de la voie et servent non seulement de compensateurs, comme il a été dit précédemment, mais aussi de transformateurs abaisseurs pour l'alimentation des trains sous 11.000 volts.

Cet arrangement semble se rapprocher des conditions d'une ligne monophasée à 2 fils, c'est-à-dire des conditions idéales au point de vue de l'induction. Cependant la réduction de l'induction n'est pas aussi grande qu'elle semble devoir l'être par suite de la tendance qu'a une partie du courant à retourner à l'usine par le rail, à cause de l'impédance des transformateurs qui produit un effet analogue à l'afflux de courant dans le fil compensateur d'une distribution à 3 fils. Cet effet, au point de vue magnétique, pourrait en certains cas être réduit en déconnectant la liaison entre le rail et l'usine : mais cela mettrait en danger les transformateurs de la voie, en cas de rupture de l'un des fils de ligne.

Cette nouvelle installation cause néanmoins une induction bien plus faible que la première sur les lignes téléphoniques voisines. Actuellement le voltage induit sur les circuits souterrains dépasse rarement 30 volts dans les conditions normales de fonctionnement du réseau de traction.

Les principaux troubles constatés maintenant (en dehors de ceux qui sont dus à la New Canaan Branch et qui sont exposés ci-dessous) sont provoqués par des court-circuits sur les lignes de traction, surtout dans le voisinage de Stamford. Dans la section s'étendant de 2 milles à l'ouest de Stamford jusqu'à 5 milles à l'est de Stamford, sur des lignes d'abonnés et des lignes auxiliaires entre bureaux, de faux appels, des allumages inutiles de lampes de supervision, des mises à la terre de paratonnerres se sont produits une trentaine de fois environ dans les trois dernières années, une moyenne de 20 lignes étant affectée à chaque fois. Il est intéressant de noter que ces troubles sont limités à une section de 7 milles seulement sur les

60 milles électrifiés entre Woodlawn et New Haven, et aussi que c'est environ au milieu de cette section de 7 milles que la nouvelle voie électrifiée « New Canaan Branch » se raccorde à la voie principale.

Ligne New-Canaan Branch (New-York, New Haven and Hartford Railway). En 1907, le chemin de fer New Canaan Branch, qui avait été exploité jusque là au courant continu 500 volts fut transformé et son trolley fut raccordé directement près de Stamford au trolley à 11.000 volts de la voie principale.

Ce branchement est long d'environ 6 milles et a une voie unique à trafic léger, de sorte que, dans les conditions normales, il ne crée aucune perturbation sur les lignes de signalisation.

Mais, au moment d'un court-circuit, ce qui est assez fréquent sur cette ligne, des troubles importants se produisent sur les lignes téléphoniques voisines.

Par suite des conditions d'alimentation directe, le courant de court-circuit à New Canaan est d'environ 2.500 ampères, soit 10 fois le courant de charge maximum. Le courant de court-circuit peut même atteindre une intensité plus grande encore en des points situés près de la grande ligne.

Les effets inductifs de la ligne New Canaan sont aggravés par le fait que le retour se fait en grande partie par la terre, à cause de l'impédance relativement élevée de la voie unique.

Par moments, des voltages atteignant 1.000 volts ont été induits sur les lignes téléphoniques auxiliaires souterraines entre New Canaan et des localités voisines et des voltages atteignant 500 volts ont été induits sur les circuits téléphoniques interurbains aboutissant au bureau central de New Canaan. Ces voltages font naturellement fonctionner les organes de protection (d'où résulte souvent une mise à la terre permanente des paratonnerres) et soumettent les employés à des chocs acoustiques très graves. Ces chocs se sont renouvelés si souvent, que les téléphonistes du bureau de New Canaan s'en émurent et leur rendement diminua sérieusement.

En 1913, après que des décharges particulièrement graves

eussent été ainsi provoquées par des courts-circuits, on se préoccupa sérieusement de remédier à cet état de choses.

Après une série de mesures et d'expériences, on résolut : 1° d'assurer aux joints des rails une bonne liaison électrique ; 2° d'insérer dans le trolley, au point de raccordement avec la ligne principale, une réactance destinée à limiter le courant de court-circuit ; 3° d'installer 12 transformateurs-suceurs entre la voie et le trolley à des intervalles de 1/2 mille ; 4° de régler le disjoncteur placé à la jonction avec la ligne principale, afin d'assurer un fonctionnement instantané de cet appareil.

Cette installation n'a pas encore été complètement terminée, mais les résultats déjà acquis permettent de penser que ces mesures seront suffisantes.

Il est intéressant de remarquer que le système des autotransformateurs de compensation, bien qu'il donne en général de bons résultats sur la ligne principale New-York-New-Haven, est insuffisant dans des conditions analogues à celles que présente la ligne New Canaan Branch.

B) *Ligne « Philadelphie (Broad Street Station) — Paoli » de la Pennsylvania Railroad Company.* — C'est en 1913 que l'on résolut d'électrifier le chemin de fer à 4 voies de Philadelphie à Paoli (longueur : 20 milles). Dès le début, la question des troubles d'induction sur les lignes de signalisation voisines fut envisagée, et en 1914 il fut décidé d'installer des transformateurs-suceurs sur les voies à intervalles réguliers afin de contenir le courant de retour dans les rails.

Sur cette ligne, l'énergie électrique vient de l'usine génératrice qui alimente trois sous-stations de transformation situées respectivement à l'ouest de Philadelphie, à Bryn-Mawr et à Paoli ; cette alimentation s'effectue au moyen d'une ligne de transport de force sous 44.000 volts 25 périodes.

Des sous-stations aux locomotives l'énergie s'écoule sous 11.000 volts par les fils de contact (trolleys) et elle revient des locomotives aux sous-stations par les rails et la terre. Il y a sur cette ligne 16 paires de transformateurs-suceurs, chacun servant à deux voies à la fois, ayant chacun une capacité de 80 k v. a.

en régime normal mais pouvant résister pendant une minute à une charge correspondant à 600 Kva. La distance entre deux transformateurs-suceurs successifs est d'environ 1 mille.

Le service électrique commença pour les trains de voyageurs entre Philadelphie (Broad street station) et Paoli en fin septembre 1915. Des expériences et des mesures ont été faites dans la région de Bryn Mawr en avril 1915, puis en été 1916, pour se rendre compte exactement de l'importance des troubles inductifs.

En juillet 1916, la Compagnie de Chemin de fer commença à utiliser des condensateurs synchrones (moteurs synchrones surexcités) installés à Rodnar : on constata, depuis la mise en service de ces condensateurs synchrones, que, en cas de court-circuit, les transformateurs-suceurs sont très fortement surchargés, beaucoup plus qu'ils ne l'étaient avant l'utilisation des condensateurs synchrones. Le courant de court-circuit, d'une intensité élevée, sature, en effet, le fer des transformateurs et change par suite le coefficient de self-induction apparent de leurs enroulements. Il se produit alors probablement une résonance entre l'effet capacité des condensateurs synchrones et l'effet self-induction des transformateurs-suceurs, ce qui contribue encore à accroître le courant de court-circuit. D'autre part, le fer étant saturé, le courant magnétisant a une valeur élevée ; or ce courant possède un troisième harmonique très important qui s'écoule nécessairement par le sol. L'onde du courant total est donc au moment d'un court-circuit affectée d'une très mauvaise distorsion. Pour toutes ces raisons les voltages induits sur les lignes de signalisation pendant un court-circuit peuvent devenir plus élevés avec les transformateurs-suceurs que sans ces transformateurs, lorsque des condensateurs synchrones sont utilisés sur le réseau ferré.

En fait, on a trouvé qu'il était préférable, au point de vue de l'induction, de supprimer les transformateurs-suceurs situés à l'est de Bryn-Mawr et seuls ceux qui sont à l'ouest de Bryn-Mawr sont actuellement en service régulier.

Voici les résultats des mesures effectuées récemment à ce

sujet. Tous les voltages donnés ci-dessous sont des valeurs maximum qui, étant donnée la distorsion de l'onde au moment d'un court-circuit, sont plus intéressantes à connaître que les valeurs efficaces.

Dans les conditions normales, les voltages induits sur les lignes téléphoniques sont de 10 volts pour les lignes d'abonnés et 25 v. pour les lignes auxiliaires ; en cas de court-circuit, des calculs basés sur les données de l'expérience montrent que les voltages induits maximum atteignent 1.000 v. sur les lignes d'abonnés et 1.200 v. sur les lignes auxiliaires. Avec tous les transformateurs-suceurs hors de service (déconnectés), les nombres correspondants sont dans les conditions normales, 50 v. pour les lignes d'abonnés et 125 v. pour les lignes auxiliaires et en cas de court-circuit, 225 v. pour lignes d'abonnés et 900 v. pour les lignes auxiliaires. Ces nombres correspondent tous au cas où deux condensateurs synchrones sont en service.

La section de chemin de fer considérée traverse une région suburbaine très peuplée où les perturbations sur les lignes téléphoniques sont très gênantes. Malheureusement un nombre considérable de faux appels dus à des courts-circuits sur les lignes de traction ont été constatés. Cependant tous les courts-circuits ne causent pas nécessairement de faux appels.

Pendant les trois premiers mois du service électrique (octobre, novembre, décembre 1915) le nombre de courts-circuits provoquant de faux appels, fut en moyenne de 10 par mois et le nombre de faux appels dépassa 2.000 par mois (soit une moyenne de 200 faux appels pour chaque court-circuit).

Pendant les sept mois suivants, le nombre moyen de courts-circuits provoquant des faux appels téléphoniques tomba à 4, 5 par mois et le nombre de faux appels s'abaissa, de 735 en janvier, à 57 en juillet. Depuis juillet 1916, le nombre de courts-circuits par mois causant de faux appels s'était encore réduit et n'était que de 1,5 par mois pendant l'année 1917.

L'amélioration très notable obtenue à ce point de vue de janvier 1916 à août 1916 était due à des changements dans les schémas des organes de commande des chemins de fer et dans

le fonctionnement des disjoncteurs et interrupteurs, et aussi à la substitution aux sonneries ordinaires sur les lignes téléphoniques partagées de relais de sonneries (*relay sets*) dans les zones les plus troublées et de sonneries biaisées dans les zones les moins troublées. Ce dernier travail exigea le remaniement de 3.000 postes d'abonnés.

Les sonneries biaisées sont des sonneries dont les ressorts de rappel de l'armature sont bandés plus fort que dans les sonneries ordinaires, de sorte qu'un voltage plus élevé est nécessaire pour les actionner. Les relais de sonnerie sont des électro-aimants branchés entre les deux fils d'une ligne téléphonique partagée : ces relais sont actionnés lorsqu'une opératrice appelle un poste quelconque sur la ligne partagée ; le mouvement de leurs armatures branche alors les sonneries des postes groupés entre un des fils téléphoniques et la terre. Cela évite de raccorder la terre d'une façon permanente aux fils de la ligne téléphonique, à travers une sonnerie.

Un voltage longitudinal induit entre les deux conducteurs téléphoniques et la terre peut faire fonctionner toutes les sonneries branchées entre fils et terre ; mais, en général, il est sans action sur des sonneries munies de relais. Cependant, si ce voltage est suffisant pour faire fonctionner les paratonnerres, un chemin vers la terre s'offre au courant perturbateur à travers ces organes et les sonneries branchées entre les deux fils téléphoniques ou les relais de sonnerie sont alors actionnés : il en résulte de faux appels.

Les condensateurs synchrones installés à la fin de juillet 1916 augmentèrent les voltages maximum induits sur les circuits téléphoniques au moment d'un court-circuit sur le chemin de fer, de sorte que, bien que le nombre de courts-circuits causant de faux appels ait été réduit, le nombre moyen de faux appels par mois a augmenté. D'août 1916 à décembre 1917, il n'y a eu que 22 courts-circuits causant de faux appels et cependant on a constaté 1.580 faux appels, soit une moyenne de 72 chaque fois ; tandis que, pendant la période de cinq mois précédant l'installation des condensateurs synchrones, il y eut 20 courts-circuits

causant de faux appels et seulement 356 faux appels en tout ; soit une moyenne de 18 faux appels par court-circuit.

Pendant l'année 1917, 45 % des sonneries influencées étaient placées sur des lignes directes (non partagées) sans terre.

Des mesures de bruit effectuées sur 10 lignes auxiliaires parallèles aux voies ferrées électrifiées ont indiqué que les courants induits par les lignes de traction causent un peu de friture mais pas suffisamment pour gêner le service sur ces lignes relativement courtes. Cependant ces mesures ont conduit, lors de l'établissement de la nouvelle ligne interurbaine en câble Philadelphie-Reading, à considérer que l'éventualité de tels bruits sur les circuits de cette ligne était une raison suffisante pour choisir un nouveau tracé afin d'éviter un parallélisme trop rapproché avec la voie ferrée. Le tracé adopté a entraîné un accroissement du coût annuel de la ligne de plus de 1.000 dollars par rapport à ce que ce coût aurait été si l'on avait pu suivre le chemin le plus court, malheureusement exposé à l'influence de la ligne de traction.

Les voltages induits par moments sur les lignes téléphoniques (surtout en cas de court-circuit sur les lignes de traction) constituent un danger d'incendie. C'est pourquoi toutes les lignes auxiliaires aboutissant aux trois bureaux téléphoniques de la partie ouest de Bryn-Mawr ont été munies de paratonnerres au charbon et de bobines thermiques. Comme ces lignes auxiliaires sont placées dans un câble souterrain sur toute leur longueur, ces organes de protection n'auraient pas été nécessaires si l'on n'avait pas à redouter les perturbations dues aux lignes de traction. Une autre précaution a été jugée indispensable pour la même raison : celle d'assurer un service de garde la nuit (toujours en cas d'incendie) dans plusieurs bureaux téléphoniques de cette région (bien que régulièrement ces hommes n'eussent pas été nécessaires sans cela), ce qui entraîne une dépense d'environ 18.000 dollars par an.

Un grand nombre de lignes auxiliaires affectées par l'induction des lignes électrifiées sont pourvues de bobines Pupin. Des essais sur ces bobines montrent que plus de 20 % sont plus ou moins

magnétisées mais il n'est pas sûr que tous ces cas de magnétisation doivent être attribués aux courants induits par les lignes de traction.

De nombreux projets ont été élaborés en vue d'améliorer la situation actuelle : tous visent une transformation dans le mode de distribution de l'énergie sur le réseau ferré. Le projet qui semble le meilleur comporte : 1° l'installation de nouvelles sous-stations de transformation pour l'alimentation du trolley à Radnor et à un point situé à 16 milles $1/2$ de Broad Street ; et 2° le sectionnement du fil de contact à ces deux points. Ce projet comporte également le transfert de la ligne téléphonique en câble aérien Berwyn-Malvern sur un tracé plus éloigné de la voie. Lorsque ce plan sera réalisé, on estime que le voltage maximum induit, en cas de court-circuit, sera abaissé à 250 volts. Cela réduira considérablement, mais ne supprimera pas complètement les risques d'incendie et d'accidents de personnes, les faux appels et les ennuis qui résultent de la mise à la terre des paratonnerres. La réalisation de ce projet est estimée devoir coûter 140.000 dollars rien qu'en matériel et main-d'œuvre.

Un autre projet consiste à installer des transformateurs-suceurs supplémentaires en nombre suffisant pour que ces transformateurs ne soient pas surchargés en cas de court-circuit. Cela nécessitera peut-être l'emploi de transformateurs-suceurs à chaque intervalle de $1/3$ ou $1/2$ mille et cela coûtera entre 85.000 et 150.000 dollars. Ce projet n'a pas été étudié en détails car la Compagnie de chemins de fer n'envisage pas favorablement l'introduction de joints isolés dans les fils de trolley en des points aussi nombreux.

CONCLUSION

Il résulte de l'expérience américaine que, malgré toutes les précautions prises sur les lignes de traction électrique monophasée dont il vient d'être question, il subsiste encore, au moment de courts-circuits sur les voies ferrées, certaines perturbations dans le réseau de lignes téléphoniques bifilaires en câble sous

plomb situées souvent à plus de 500 mètres de la voie. En particulier, les troubles suivants subsistent : dangers d'incendie, risques d'accidents de personnes (chocs électriques ou acoustiques) et surtout faux appels. Ces derniers constituent une grande gêne pour le service ; les autres perturbations sont moins ennuyeuses mais constituent tout de même un préjudice appréciable causé par la traction électrique à l'Administration des Télégraphes et Téléphones.

En somme, il est difficile, à cause de l'induction électromagnétique, d'exploiter, dans des conditions tout à fait satisfaisantes, un réseau télégraphique et téléphonique qui, en certains points, voisine avec des lignes de traction monophasée, même si toutes les lignes de ce réseau sont bifilaires et sont constituées par des conducteurs de câbles sous plomb. Il en est de même de la traction par courants triphasés. Dans le cas de la traction par courant continu, l'induction magnétique qui existe toujours est probablement moins gênante ; mais alors, un autre danger est à redouter pour le réseau de signalisation : c'est l'électrolyse.

Il nous semble donc utile, pour conclure, de répéter, pour le cas de la traction électrique, ce que nous disions dans une étude antérieure sur la protection des lignes téléphoniques contre les lignes triphasées d'énergie électrique (1) : « Il ne semble pas possible de remédier aux perturbations qui en résultent pour le télégraphe et le téléphone au moyen de mesures prises uniquement dans les installations ou sur les lignes téléphoniques et télégraphiques » ; le déplacement de ces lignes, aussi loin que possible des voies ferrées électriques, et leur transformation en lignes en câbles sous plomb, qui constituent évidemment les mesures les plus énergiques et les plus onéreuses, peuvent être parfois insuffisants. « La coopération entre les ingénieurs électriciens des Compagnies de chemin de fer et les ingénieurs des télégraphes est donc absolument nécessaire. » Cette coopération doit être étroite et continue et elle doit s'étendre à tous les détails de technique et d'exploitation.

(1) *Annales des P. T. T.*, n° 4, 1918, pages 526-607. Règles générales suivies aux États-Unis pour protéger les lignes téléphoniques contre les lignes triphasées, par G. Valensi.

EXTENSION DE L'EMPLOI DES RETRANSMETTEURS BAUDOT pour les grandes communications

Par M. E. MONTORIOL,
Inspecteur des Postes et Télégraphes.

L'encombrement de plus en plus grand des lignes, le long des chemins de fer et des routes, a amené l'Administration à envisager la réalisation d'un réseau téléphonique constitué par des câbles aériens ou souterrains.

Au point de vue exclusivement télégraphique, cette orientation nouvelle ouvre des perspectives intéressantes : en effet, on sait que l'Angleterre, profitant de l'expérience faite, en France et en Allemagne, avec les câbles souterrains sous gutta, a construit un réseau de câbles télégraphiques souterrains sous papier, qui lui a permis de généraliser l'emploi du duplex ; cette question a été abordée ici déjà (1). Un tel genre de communications donne au Baudot duplex une robustesse qu'on ne saurait atteindre avec les meilleurs conducteurs de notre réseau actuel : non seulement on est à l'abri des pertes, mélanges, qui affectent si souvent les fils aériens, mais encore l'anti-induction supprime toute influence extérieure ; l'emploi de circuits métalliques entièrement fermés supprime les courants telluriques qui, indépendamment des périodes où ils arrêtent tout trafic, circulent constamment sur les conducteurs reliés à la terre et gênent peu ou prou les communications ; enfin, l'absence à peu près complète de variations dans les constantes des lignes rend la balance duplex pour ainsi dire indéré-

(1) *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, juin 1917, p. 250.

glable : on se trouve donc là dans des conditions de stabilité incomparables.

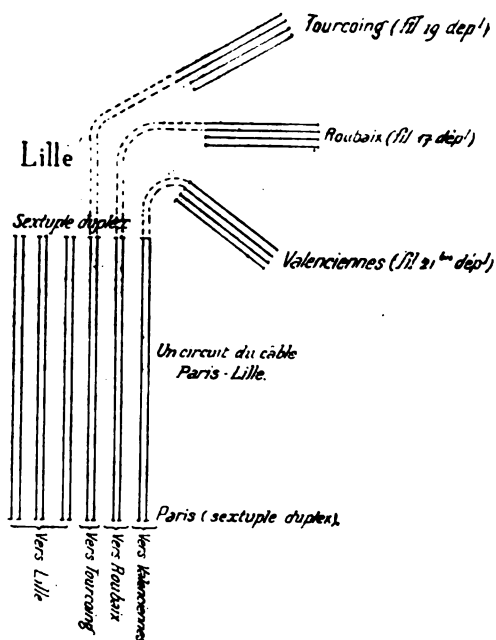
Ainsi qu'il a été dit dans l'article précité, le duplex, tel qu'on l'emploie en Angleterre, constitue simplement une récupération : si deux fils étaient utilisés en simplex pour une seule communication télégraphique, le rendement de chacun d'eux se trouverait déprécié de 50 % ; mais, grâce au duplex, on obtient, en fin de compte, de chacun des brins du câble, la même capacité d'utilisation que pour les fils aériens. Ceci est vrai, tout au moins, au point de vue théorique ; dans la pratique, on s'en tient généralement aux besoins ; c'est-à-dire qu'en France, dans la majorité des cas, on se contenterait de quadruples, généralement sans duplex, le nombre des lignes nécessitant plus de quatre transmissions étant relativement rare.

L'objet de cette étude est de rechercher si on ne pourrait pas utiliser, dans tous les cas, le plein rendement possible des conducteurs, quitte à réaliser, pour cela, des combinaisons spéciales, lorsque ce rendement serait supérieur aux besoins du trafic entre les deux postes terminus ; on réduirait ainsi au strict minimum le nombre des communications nouvelles à établir. On peut dire, dès maintenant, que rien n'est plus facile, si l'on veut mettre à profit, une fois de plus, les retransmetteurs, qui ont donné au Baudot cette merveilleuse souplesse, dont *aucun système au monde* ne peut se flatter jusqu'à ce jour.

Supposons, par exemple, que l'on dispose d'un câble Paris-Lille ; si l'on prend dans ce câble une paire de conducteurs et si on l'installe en sextuple-duplex, on disposera de 12 transmissions simultanées, c'est-à-dire plus que le double de ce qui est nécessaire aux relations entre les deux villes. Le surplus pourrait être réparti, par l'intermédiaire de retransmetteurs, entre diverses villes importantes du département, actuellement reliées à Paris par des fils aériens, telles que Roubaix, Tourcoing, Valenciennes. Ces liaisons secondaires, effectuées *à l'aide des fils départementaux existants*, seraient desservies au quadruple ou au sextuple, dont deux secteurs serviraient aux relations avec Paris et les autres à celles avec Lille ; *elles ne coûteraient donc*

absolument rien, au point de vue des conducteurs, puisque la branche commune, Paris-Lille, serait obtenue par une meilleure utilisation du conducteur nécessaire entre ces deux villes, et que les fils départementaux devraient exister, même en l'absence de la combinaison envisagée. On réaliserait ainsi l'économie de trois fils aériens, dont le développement total ne serait pas inférieur à 800 kilomètres.

Le schéma ci-dessous montre la réalisation de cette combi-



naison, dans laquelle on a supposé que des quadruples suffiraient pour les communications satellites :

c'est-à-dire qu'on aurait simultanément :

6 transmissions	Paris-Lille
2 —	Paris-Tourcoing
2 —	Paris-Roubaix.
2 —	Paris-Valenciennes
2 (ou 4) —	Lille-Tourcoing
2 — —	Lille-Roubaix
2 — —	Lille-Valenciennes

Les autres villes importantes du département du Nord pourraient être reliées à Paris à l'aide d'une combinaison semblable ; une paire Paris-Arras desservirait tout le département du Pas-de-Calais, une paire Paris-Amiens celui de la Somme, etc.

En résumé, on pourrait concevoir, pour l'ensemble de la France, l'établissement progressif d'un *système radial* partant de Paris, et dont chaque rameau aboutirait dans un chef-lieu de département, puis, par le moyen indiqué plus haut, s'épanouirait vers les villes secondaires à rattacher à Paris. Le nombre de ces rameaux ne serait pas de beaucoup supérieur à celui des départements, en ce qui concerne le service général ; quant aux conducteurs spéciaux, une étude faite le moment venu permettrait de les faire entrer dans des combinaisons analogues.

Le même système pourrait être étendu ultérieurement à la liaison des grands centres entre eux, à moins que l'on consacre à cet objet les fils aériens devenus disponibles ; la multiplication de ces communications offrirait un double avantage : par la transmission directe, on accélérerait l'acheminement des correspondances et on supprimerait les retards qui résultent des réexpéditions successives ; mais, surtout, on décongestionnerait les postes intermédiaires, celui de Paris, en particulier, en les affranchissant des innombrables transits qui leur incombent actuellement ; et l'on obtiendrait, sinon une économie de personnel, à laquelle les effectifs actuels ne permettent pas de songer, mais des disponibilités grâce auxquelles, sans augmentations nouvelles, on améliorerait sensiblement les conditions de l'exploitation télégraphique.

Comme dernier avantage, ce nouveau mode de liaisons serait un acheminement vers la *standardisation du Baudot*, en faisant disparaître la multitude de types de distributeurs, actuellement employés sur les lignes aériennes, et qui répondent chacun à des besoins spéciaux ; on garderait seulement deux types : le sextuple pour les grandes communications, jusqu'à la distance que l'expérience lui assignerait comme limite, et le quadruple pour toutes les autres.

APPLICATIONS DU SÉLECTEUR D'APPELS à courant alternatif

Le problème de l'appel sélectif des bureaux desservis par le même circuit ou des postes téléphoniques groupés sur la même ligne a reçu et est susceptible de recevoir de multiples solutions que l'on peut classer dans trois catégories distinctes :

1° *Sélection par courants d'intensités ou de signes différents.* — Tous les dispositifs basés sur ce principe ressemblent plus ou moins aux systèmes de télégraphie diplex ou quadruplex qui permettent de transmettre en même temps sur un même fil plusieurs messages à la fois en utilisant des courants de signes différents (positifs et négatifs) ou d'intensités différentes (forts et faibles), les récepteurs étant soit polarisés, soit neutres, et doués d'une inertie convenable. En utilisant comme circuit d'appel, avec un système sélectif de ce genre, soit les 2 fils du circuit téléphonique en série, soit les 2 fils pris en parallèle avec retour par la terre, soit enfin un des deux fils seulement avec retour par la terre, on réalise de nombreuses combinaisons très souvent appliquées dans la pratique aux lignes partagées ou « party-lines ».

2° *Sélection par courants harmoniques de fréquences différentes.* — Tous les dispositifs de ce genre sont basés sur le principe de résonance et utilisent des sonneries dont les armatures ont des périodes de vibration propre différentes, correspondant aux différentes fréquences des générateurs électriques de courants d'appel employés.

3° *Sélection par impulsions électriques successives suivant une marche « pas à pas » (Step-by-step system).* — Ces systèmes d'appels sélectifs dérivent tous du système télégraphique Bréguet et comportent : aux postes secondaires, des mécanismes récepteurs à marche progressive (pas à pas), et au poste central, une

source d'impulsions électriques lancées sur la ligne suivant un code déterminé afin de réaliser chaque fois une combinaison particulière correspondant au poste qu'on désire appeler et actionnant la sonnerie de ce poste à l'exclusion de toutes les autres.

Ce principe a été réalisé depuis bien longtemps sous de nombreuses formes. Dès 1879, E. N. Dickerson établit un sélecteur d'appels de ce genre et de nombreux inventeurs l'ont suivi dans cette voie. On peut citer, parmi beaucoup d'autres, les appareils G. L. Anders, Lockwood, Reid et Mac Donnell, Gill, etc.... Tous ces appareils utilisent des combinaisons de *trains d'impulsions électriques toutes de même signe*, qui se succèdent sur la ligne partagée et font avancer pas à pas les organes récepteurs dont un seul (celui qui correspond à la combinaison réalisée) doit atteindre sa position de travail pour laquelle la sonnerie du poste est actionnée. Malheureusement, la ligne ne transmet pas toujours très bien et très distinctement ces impulsions qui, parfois, se soudent les unes aux autres, de sorte que le fonctionnement des mécanismes récepteurs n'est pas toujours en synchronisme parfait avec la manipulation des clés d'appel du poste central.

La Western Electric C^o d'Amérique vient de réaliser sous le nom d' « Alternating Current Selector » un dispositif qui ne présente pas cet inconvénient et qui constitue une solution excellente du problème de la sélection des appels sur une ligne partagée. Ce dispositif emploie non pas des trains d'impulsions électriques toutes de même signe, mais au contraire des *trains d'impulsions électriques de signes régulièrement alternés*. Il présente sur les sélecteurs précédents, à courants toujours de même sens, les avantages que les courants alternés présentent en télégraphie sur les courants successifs de même signe et que nous rappellerons brièvement.

En premier lieu, les impulsions négatives hâtent la décharge de la ligne que les impulsions positives précédentes avaient chargées (décharge qui d'ordinaire se fait assez lentement); par suite, la transmission des signaux peut se faire plus rapidement sans que les signaux successifs risquent de se coller les uns aux autres.

En second lieu, l'électro-aimant récepteur, qui est un électro polarisé, réglé à l'indifférence, se trouve dans les conditions de sensibilité maximum ; d'autre part, les effets du magnétisme remanent des noyaux de cet électro sont réduits au minimum, puisque à une impulsion positive très forte, qui tendrait à magnétiser ces noyaux, succède une impulsion négative dont l'action démagnétisante est égale et opposée à l'action magnétisante précédente. Enfin les effets d'une variation d'intensité des signaux reçus due à une cause quelconque sont très faibles, puisque les courants positifs et négatifs qui font mouvoir l'armature successivement de part et d'autre de sa position neutre subissent les mêmes variations et ont à tout moment des intensités égales en valeur absolue : l'électro-aimant récepteur se trouve en quelque sorte toujours parfaitement réglé, tandis que, dans le cas de la transmission par courants successifs de même sens, le ressort de rappel de l'armature de l'électro récepteur, réglé pour une intensité déterminée des signaux reçus, peut devenir trop tendu ou pas assez tendu lorsque l'intensité de ces signaux vient à décroître ou à croître.

Dans le cas du sélecteur d'appel à impulsions successives de même signe (ou pour abréger à courants de même signe), le courant d'appel du poste dont le numéro d'appel sélectif est 8-5-4 par exemple, a la forme de la figure 1A ci-jointe. Dans le cas du sélecteur d'appel à courant alternatif, le courant d'appel de ce même poste a la forme de la figure 1B. Tandis que, dans le premier cas, les impulsions successives doivent être convenablement espacées pour ne pas coller les unes aux autres par l'effet de la capacité de la ligne, les impulsions alternées sont dans le deuxième cas soudées au contraire les unes aux autres, de sorte que la transmission est plus rapide (et cependant plus sûre pour les raisons énumérées précédemment).

Le sélecteur d'appels à courant alternatif, sous la forme que lui a donnée la *Western Electric Co*, est très employé en Amérique et notamment dans le service des chemins de fer américains. M. Casamassima, dans un article détaillé de la *Revue générale d'Électricité* (7 juillet 1917), a indiqué comment on

utilise aux États-Unis le téléphone pour diriger le mouvement des trains. Le système d'exploitation qu'il décrit fait usage d'un

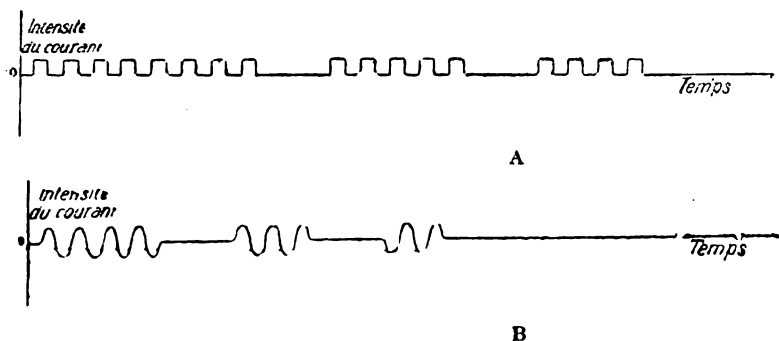


Fig. 1.

A. — Forme du courant d'appel du poste n° 8-5-4 dans le cas d'un sélecteur d'appel à impulsions électriques successives de même signe.

B. — Forme du courant d'appel du poste n° 8-5-4 dans le cas du sélecteur d'appel à courants alternatifs.

sélecteur d'appel à courants successifs de même signe, mais le sélecteur à courants alternatifs (dont le fonctionnement est préférable à celui des autres sélecteurs du type à impulsions successives connus jusqu'à ce jour) y est actuellement employé de la même manière.

Tout le long de la voie ferrée, sur laquelle il s'agit de diriger le mouvement des trains, court un circuit téléphonique partagé sur lequel sont branchés en dérivation de nombreux postes télé-

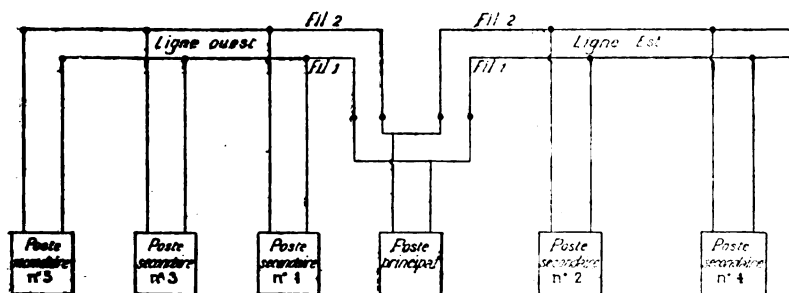


Fig. 2.

Montage général du poste principal et des postes secondaires d'un circuit partagé.

Le poste principal se compose d'un poste téléphonique ordinaire à batterie locale et d'un sélecteur d'appels à courants alternatifs comportant une clé de sélection spéciale pour chacun des postes secondaires.

Chaque poste secondaire se compose d'un poste téléphonique d'un modèle spécial et d'une sonnerie trembleuse commandée par un électro-aimant sélecteur.

phoniques. Au milieu du circuit (figure 2) se trouve le poste principal, installé dans le bureau du chef du mouvement des

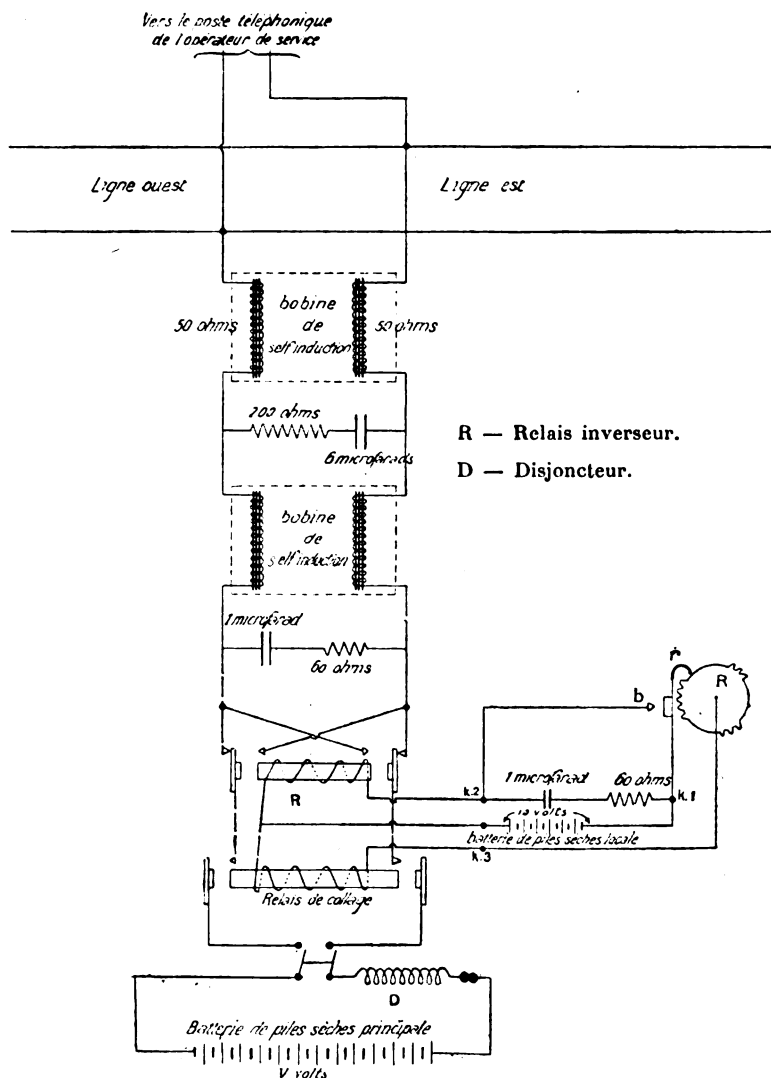


Fig. 3. — Schéma de montage du poste principal.

trains. Ce poste comprend : 1° un appareil téléphonique à batterie locale constitué par un récepteur serre-tête qu'un employé,

constamment de service au poste principal, garde toujours sur réception et un microphone-plastron. Une clé à blocage, manœuvrée au besoin par une pédale, permet de ne fermer le circuit du microphone que pendant la durée de la conversation, afin d'économiser les piles ; 2° un sélecteur d'appels à courant alternatif comprenant un générateur d'appel (figure 3) et un tableau sur lequel sont disposées autant de clés de sélection qu'il y a de postes secondaires en dérivation sur le circuit.

Tout le long de la voie ferrée, à l'est et à l'ouest du poste principal, aux différents points importants de la voie (gares, haltes, sémaphores, etc.), des postes secondaires sont branchés sur le circuit partagé. Chacun de ces postes comprend : 1° un appareil téléphonique d'un modèle spécial (figure 4) agencé de

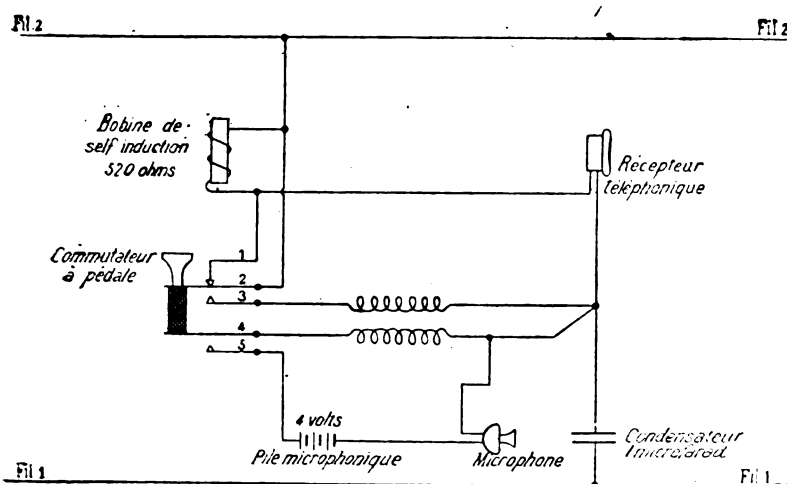


Fig. 4. — Schéma de montage de l'appareil téléphonique d'un poste secondaire.

telle sorte que normalement le microphone et la bobine d'induction soient hors circuit afin qu'il ne reste, en dérivation sur la ligne téléphonique, que le récepteur de grande impédance en série avec un condensateur de 1 microfarad ; 2° un électro-aimant sélecteur, sensible seulement à une combinaison particulière de courants d'appel et actionnant une sonnerie trembleuse (figure 5).

Lorsque le chef du mouvement désire causer avec un poste secondaire quelconque, il tourne la clé de sélection correspondant à ce poste. Une combinaison particulière de courants d'appel parcourt le circuit partagé et seul l'électro-aimant sélecteur du poste secondaire appelé se place dans la position de sonnerie, de sorte que le poste voulu est appelé sans que les autres soient dérangés en aucune manière par cette manœuvre. Un signal audible prévient l'employé du poste principal que l'appel qu'il désirait faire a réussi.

Lorsqu'un employé désire causer à partir d'un poste secondaire, soit avec le poste principal, soit avec un autre poste secondaire placé sur la même ligne, il commence par écouter, au moyen du récepteur téléphonique du poste secondaire auquel il se trouve, si personne ne cause sur le circuit. Puis, en abaissant

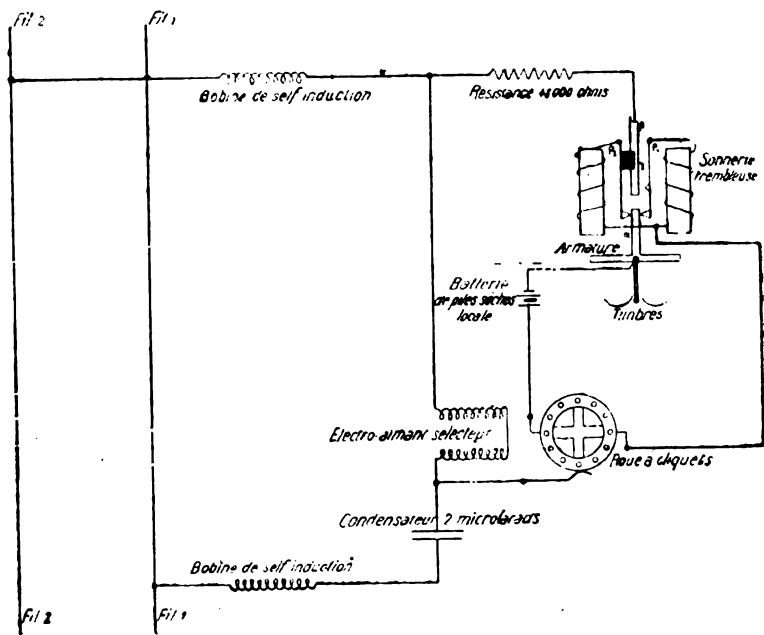


Fig. 5. — Schéma de montage de la sonnerie d'un poste secondaire.

son commutateur à pédale, il raccorde sa bobine d'induction et son microphone à la ligne, ce qui le met en relation téléphonique

avec l'opérateur constamment en écoute au poste principal. Si l'employé appelant désire causer avec un autre poste secondaire, il prie l'opérateur du poste principal d'appeler ce poste en agissant sur la clé de sélection correspondante ; un signal audible avise l'opérateur du poste principal et l'employé du poste secondaire que l'appel désiré a réussi et la conversation s'échange normalement.

Voyons maintenant, d'une façon plus détaillée, la constitution et le fonctionnement de chacun des organes du sélecteur d'appels.

1^o Générateur de courants d'appel. — La source d'énergie est une batterie de piles sèches, dite batterie principale, dont le voltage V (figure 3) est fonction de la longueur du circuit partagé et du nombre de postes secondaires branchés sur ce circuit. Un réseau de courbes, fourni avec le sélecteur, permet de déterminer instantanément ce voltage. Deux électro-aimants (relais de collage et relais inverseur), actionnés par une quelconque des clés de sélection, raccordent cette batterie principale au circuit téléphonique, de telle façon que des impulsions alternées formant une combinaison caractéristique de la clé de sélection choisie soient transmises sur la ligne téléphonique. Aussitôt qu'une telle clé a été tournée d' $1/4$ de tour, un ressort de rappel la fait revenir à sa position primitive d'un mouvement ralenti et réglé par un régulateur à ailettes : pendant toute la durée de ce mouvement de retour, le contact entre le ressort r (raccordé à la borne $K1$) et la roue dentée R de la clé de sélection (raccordée à la borne $K3$) est fermé, de sorte que le relais de collage maintient ses armatures sur leurs butées de travail, ce qui relie d'une façon permanente les pôles de la batterie principale aux armatures du relais inverseur. Le contact entre le ressort r (dont l'extrémité appuie sur la roue dentée R et la butée b (raccordée à la borne $K2$) n'est fermé que lorsqu'une dent de la roue pousse convenablement le bec du ressort r ; quand, au contraire, ce bec est engagé dans une encoche de la roue dentée R , le circuit du relais inverseur est ouvert. Par suite, le relais inverseur est actionné d'une façon intermittente (suivant une loi qui dépend du profil de la roue dentée), de sorte qu'un train d'impulsions

de signes alternés s'écoule sur la ligne suivant un code déterminé.

Le relais de collage a une résistance de 100 ohms et fonctionne sous 0,075 à 0,100 ampère. Le relais inverseur a une résistance de 15 ohms et fonctionne sous 0,3 à 0,4 ampère. Ces deux relais sont alimentés par une batterie de piles sèches, dite batterie locale, de 10 volts.

Le relais inverseur doit être réglé de telle sorte que les deux contacts extérieurs se ferment ou s'ouvrent en même temps et qu'il en soit de même pour les deux contacts intérieurs. Il faut aussi que, pour chaque oscillation des armatures de ce relais, la durée de fermeture des contacts intérieurs soit égale à la durée de fermeture des contacts extérieurs afin que les impulsions positives et négatives aient des durées égales. On peut faire facilement ce réglage en branchant entre les deux bornes-lignes du poste principal un voltmètre à échelle symétrique (divisée en deux parties égales par une position zéro) et en agissant sur un bouton molleté qui permet de régler l'entrefer entre les noyaux et les armatures du relais inverseur.

Le rôle du disjoncteur placé entre la batterie principale et les électro-aimants est d'ouvrir le circuit en cas de débit trop élevé de la batterie principale. Le disjoncteur est en général réglé de manière à déclencher sous 0,6 ampère et à ne pas fonctionner sous 0,4 ampère.

Les étincelles au contact entre les armatures du relais de collage et du relais inverseur et leurs butées de travail respectives sont shuntées par des condensateurs de 1 microfarad en série avec des résistances de 60 ohms.

Des bobines de self-induction (ayant chacune deux enroulements de 50 ohms) et des capacités de 6 microfarads en série avec des résistances de 200 ohms sont intercalées entre le relais inverseur et le circuit téléphonique afin d'adoucir les courbes des impulsions de courant d'appel et en vue d'éviter les clicks dans les récepteurs téléphoniques (déplacements brusques de la membrane du récepteur) qui gêneraient un peu la transmission téléphonique.

Le poste téléphonique principal (comme d'ailleurs chacun des postes secondaires) est protégé par les organes habituels de protection utilisés aux États-Unis : fusibles de 7 ampères sur chacun des fils de la ligne et paratonnerre à lames de mica et à blocs de cuivre (que l'on préfère souvent dans ce cas aux blocs de charbon à cause du grand nombre de postes branchés sur le circuit et de l'aptitude du charbon à créer des terres permanentes après s'être volatilisé en un point sous l'action d'une décharge atmosphérique). Ces paratonnerres sont d'ordinaire établis pour fonctionner sous un voltage de 700 volts.

2° *Clés de sélection.* — La fonction de ces clés est de commander, chacune suivant une loi particulière et caractéristique, le fonctionnement du relais inverseur.

Toutes les clés de sélection ont même gabarit et se logent dans les cases identiques d'un même casier. Chaque case possède trois ressorts, les ressorts correspondants de toutes les cases étant raccordés aux trois bornes électriques du tableau des clés de sélection : bornes K1, K2, K3 de la figure 3, de sorte qu'il suffit de loger une clé dans une case pour qu'elle soit reliée électriquement de la manière désirable au circuit électrique du sélecteur d'appel.

Dans la position de repos de la clé, le bec du ressort r n'est pas en contact avec la roue dentée R. Quand au contraire la clé, après avoir été tournée d'un quart de tour, revient à sa position initiale, pendant toute la durée de son mouvement de retour, le contact rR est fermé, ce qui bloque le relais de collage.

Au contraire, pendant ce mouvement de retour, le relais inverseur n'est actionné que lorsque le bec du ressort r passe sur le sommet d'une dent de la roue R. Toutes les roues dentées d'un même sélecteur ont le même nombre total de dents en saillie, mais ces saillies sont réparties suivant une loi particulière dans chaque clé, de sorte que chaque clé lance bien, à chaque révolution, le même nombre d'impulsions positives et négatives sur le circuit téléphonique, mais ces impulsions s'écoulent en trois groupes différents et différemment espacés pour chaque clé. Il existe trois codes distincts que l'on peut utiliser avec le sélecteur

à courant alternatif de la *Western Electric*; ces codes sont indiqués en détail dans les tableaux nos 1, 2 et 3 ci-joints.

CODES D'APPELS SÉLECTIFS

TABLEAU N° 1

Nombre total d'impulsions par appel : 17				Nombre total de combinaisons : 78.			
2-2-13							
2-3-12	3-2-12						
2-4-11	3-3-11	4-2-11					
2-5-10	3-4-10	4-3-10	5-2-10				
2-6-9	3-5-9	4-4-9	5-3-9	6-2-9			
2-7-8	3-6-8	4-5-8	5-4-8	6-3-8	7-2-8		
2-8-7	3-7-7	4-6-7	5-5-7	6-4-7	7-3-7	8-2-7	
2-9-6	3-8-6	4-7-6	5-6-6	6-5-6	7-4-6	8-3-6	9-2-6
2-10-5	3-9-5	4-8-5	5-7-5	6-6-5	7-5-5	8-4-5	9-3-5
2-11-4	3-10-4	4-9-4	5-8-4	6-7-4	7-6-4	8-5-4	9-4-4
2-12-3	3-11-3	4-10-3	5-9-3	6-8-3	7-7-3	8-6-3	9-5-3
2-13-2	3-12-2	4-11-2	5-10-2	6-9-2	7-8-2	8-7-2	9-6-2
10-2-5							
10-3-4		11-2-4					
10-4-3		11-3-3		12-2-3			
10-5-2		11-4-2		12-3-2		13-2-2	

TABLEAU N° 2

Nombre total d'impulsions par appel : 27				Nombre total de combinaisons : 253.			
2-2-23							
2-3-22	3-2-22						
2-4-21	3-3-21	4-2-21					
2-5-20	3-4-20	4-3-20	5-2-20				
2-6-19	3-5-19	4-4-19	5-3-19	6-2-19			
2-7-18	3-6-18	4-5-18	5-4-18	6-3-18	7-2-18		
2-8-17	3-7-17	4-6-17	5-5-17	6-4-17	7-3-17	8-2-17	
2-9-16	3-8-16	4-7-16	5-6-16	6-5-16	7-4-16	8-3-16	
2-10-15	3-9-15	4-8-15	5-7-15	6-6-15	7-5-15	8-4-15	
2-11-14	3-10-14	4-9-14	5-8-14	6-7-14	7-6-14	8-5-14	
2-12-13	3-11-13	4-10-13	5-9-13	6-8-13	7-7-13	8-6-13	
2-13-12	3-12-12	4-11-12	5-10-12	6-9-12	7-8-12	8-7-12	
2-14-11	3-13-11	4-12-11	5-11-11	6-10-11	7-9-11	8-8-11	
2-15-10	3-14-10	4-13-10	5-12-10	6-11-10	7-10-10	8-9-10	
2-16-9	3-15-9	4-14-9	5-13-9	6-12-9	7-11-9	8-10-9	
2-17-8	3-16-8	4-15-8	5-14-8	6-13-8	7-12-8	8-11-8	
2-18-7	3-17-7	4-16-7	5-15-7	6-14-7	7-13-7	8-12-7	
2-19-6	3-18-6	4-17-6	5-16-6	6-15-6	7-14-6	8-13-6	
2-20-5	3-19-5	4-18-5	5-17-5	6-16-5	7-15-5	8-14-5	
2-21-4	3-20-4	4-19-4	5-18-4	6-17-4	7-16-4	8-15-4	
2-22-3	3-21-3	4-20-3	5-19-3	6-18-3	7-17-3	8-16-3	
2-23-2	3-22-2	4-21-2	5-20-2	6-19-2	7-18-2	8-17-2	

9-2-16						
9-3-15	10-2-15					
9-4-14	10-3-14	11-2-14				
9-5-13	10-4-13	11-3-13	12-2-13			
9-6-12	10-5-12	11-4-12	12-3-12	13-2-12		
9-7-11	10-6-11	11-5-11	12-4-11	13-3-11	14-2-11	
9-8-10	10-7-10	11-6-10	12-5-10	13-4-10	14-3-10	15-2-10
9-9-9	10-8-9	11-7-9	12-6-9	13-5-9	14-4-9	15-3-9
9-10-8	10-9-8	11-8-8	12-7-8	13-6-8	14-5-8	15-4-8
9-11-7	10-10-7	11-9-7	12-8-7	13-7-7	14-6-7	15-5-7
9-12-6	10-11-6	11-10-6	12-9-6	13-8-6	14-7-6	15-6-6
9-13-5	10-12-5	11-11-5	12-10-5	13-9-5	14-8-5	15-7-5
9-14-4	10-13-4	11-12-4	12-11-4	13-10-4	14-9-4	15-8-4
9-15-3	10-14-3	11-13-3	12-12-3	13-11-3	14-10-3	15-9-3
9-16-2	10-15-2	11-14-2	12-13-2	13-12-2	14-11-2	15-10-2
16-2-9						
16-3-8	17-2-8					
16-4-7	17-3-7	18-2-7				
16-5-6	17-4-6	18-3-6	19-2-6			
16-6-5	17-5-5	18-4-5	19-3-5	20-2-5		
16-7-4	17-6-4	18-5-4	19-4-4	20-3-4	21-2-4	
16-8-3	17-7-3	18-6-3	19-5-3	20-4-3	21-3-3	22-2-3
16-9-2	17-8-2	18-7-2	19-6-2	20-5-2	21-4-2	22-3-2

TABLEAU N° 3

Nombre total d'impulsions
pour la combinaison A : 17
..... B : 19
..... C : 21
..... D : 23

Nombre total de groupes
de 4 combinaisons : 48

3-2-12 A, B, C, D						
3-3-11 A, B, C, D						
3-4-10 A, B, C, D	5-2-10 A, B, C, D					
3-5-9 A, B, C, D	5-3-9 A, B, C, D					
3-6-8 A, B, C, D	5-4-8 A, B, C, D	7-2-8 A, B, C, D				
3-7-7 A, B, C, D	5-5-7 A, B, C, D	7-3-7 A, B, C, D	8-2-7 A, B, C, D			
3-8-6 A, B, C, D	5-6-6 A, B, C, D	7-4-6 A, B, C, D	8-3-6 A, B, C, D			
3-9-5 A, B, C, D	5-7-5 A, B, C, D	7-5-5 A, B, C, D	8-4-5 A, B, C, D			
3-10-4 A, B, C, D	5-8-4 A, B, C, D	7-6-4 A, B, C, D	8-5-4 A, B, C, D			
3-11-3 A, B, C, D	5-9-3 A, B, C, D	7-7-3 A, B, C, D	8-6-3 A, B, C, D			
3-12-2 A, B, C, D	5-10-2 A, B, C, D	7-8-2 A, B, C, D	8-7-2 A, B, C, D			
9-2-6 A, B, C, D						
9-3-5 A, B, C, D	10-2-5 A, B, C, D					
9-4-4 A, B, C, D	10-3-4 A, B, C, D	11-2-4 A, B, C, D				
9-5-3 A, B, C, D	10-4-3 A, B, C, D	11-3-3 A, B, C, D	12-2-3 A, B, C, D			
9-6-2 A, B, C, D	10-5-2 A, B, C, D	11-4-2 A, B, C, D	12-3-2 A, B, C, D			
13-2-2 A, B, C, D						

Dans le premier code, le nombre des impulsions constituant un appel est de 17, quelle que soit la clé de sélection utilisée. On peut avec ces 17 impulsions faire 78 combinaisons suffisamment distinctes pour qu'il n'y ait pas de confusion possible entre elles.

Le deuxième code permet, avec 27 impulsions par appel, de faire 253 combinaisons différentes, ce qui permet de brancher 253 postes secondaires sur le même circuit téléphonique.

Le troisième code permet de faire 48 groupes de 4 combinaisons de la façon suivante. Dans chaque groupe les 4 combinaisons associées sont distinguées par les lettres A, B, C, D. Les premiers segments dentés permettent de réaliser la combinaison A d'un groupe déterminé, par exemple la combinaison 3-2-12-A au moyen de 17 impulsions. Un segment denté supplémentaire qui peut être fixé de manière à donner 2, 4 ou 6 impulsions supplémentaires permet de réaliser les autres combinaisons du même groupe ; à savoir la combinaison 3-2-12-B avec 19 impulsions (les 17 premières dues aux premiers segments et les deux autres au segment supplémentaire) ; la combinaison 3-2-12-C avec 21 impulsions et enfin la combinaison 3-2-12-D avec 23 impulsions.

La durée d'une révolution complète de la roue dentée, c'est-à-dire d'un appel, est la même pour toutes les clés de sélection et varie suivant le code employé. On règle cette durée en agissant sur les ressorts du régulateur à ailettes qui tourne en même temps que la roue dentée sous l'action du ressort de rappel de la clé. Cette durée doit être comprise entre 7 secondes $\frac{1}{2}$ et 8 secondes pour le code n° 1 (à 17 impulsions) ; elle doit être comprise entre 9 secondes et 9 secondes $\frac{1}{2}$ pour les codes n° 2 et 3 (à 27 impulsions ou à 17, 19, 21 et 23 impulsions).

3° *Électro-aimant sélecteur d'un poste secondaire.* — C'est un sélecteur à marche progressive pas à pas sous l'influence d'un train d'impulsions électriques de signes alternés. Il comprend un mécanisme monté sur un électro-aimant reposant lui-même sur une base isolante (en bakélite).

L'électro-aimant, polarisé et réglé à l'indifférence, agit par son armature, au moyen de deux cliquets, sur une roue dentée ;

cette roue progresse d'une dent pour chaque mouvement de l'armature de part ou d'autre de sa position de repos, c'est-à-dire à chaque impulsion (positive ou négative) reçue par l'électro-aimant. Par suite le nombre total de pas faits par la roue dentée au cours d'un appel est le même pour tous les sélecteurs utilisés sur un même circuit et dépend seulement du code employé. Par exemple, avec le code n° 1, il y a au total 17 progressions successives de la roue dentée pour chaque appel, ces progressions n'ayant pas lieu d'une façon régulière et continue, mais au contraire en trois séries distinctes.

Une roue, dite roue à combinaison, est entraînée par la roue dentée et possède un certain nombre de trous répartis autour de sa circonférence. Trois tiges sont implantées dans des trous spécialement choisis dont les positions varient d'un sélecteur à l'autre. Dans la roue du sélecteur correspondant à la combinaison 8-5-4 par exemple, la position de la première tige est telle qu'après les 8 premières impulsions, c'est-à-dire les 8 premiers pas de la roue dentée, un ressort de retenue vient buter contre cette tige et retient la roue à combinaison dans la position ainsi acquise. Seules, les roues correspondant aux combinaisons commençant par le chiffre 8 subissent ce sort ; les roues des autres sélecteurs, après cette première progression, reviennent au contraire à leur position initiale, lorsque le train des 8 premières impulsions est écoulé. De même la deuxième tige de la roue à combinaison a une position telle qu'elle vient en contact avec le ressort de retenue au bout de la cinquième impulsion du deuxième train d'oscillations électriques. Enfin à la fin du troisième train (comportant les quatre dernières impulsions) le ressort de retenue entre en contact avec la troisième tige qui seule est raccordée au circuit de la sonnerie trembleuse. Les enroulements de cette sonnerie sont alors fermés sur une pile locale et l'appel retentit au poste secondaire.

A ce moment les roues à combinaisons des sélecteurs des autres postes secondaires peuvent être momentanément arrêtées par l'action des ressorts de retenue en contact avec les première ou deuxième tiges de ces roues, mais aucune de ces roues n'est

dans la position de sonnerie (caractérisée par le contact entre le ressort de retenue et la troisième tige).

Lorsque le code n° 3 est utilisé, la roue à combinaison de chacun des sélecteurs possède six tiges au lieu de trois : les quatre dernières tiges sont raccordées respectivement aux quatre sonneries des postes répondant aux combinaisons d'appel A, B, C, D, d'un même groupe, de sorte que le même électro-aimant sélecteur sert pour les quatre postes téléphoniques associés, placés par exemple à des endroits différents de la même gare.

4° *Sonnerie trembleuse*. — Cette sonnerie (figure 5) est une sonnerie à courant continu dont l'armature oscillante ouvre et ferme des contacts électriques. Lorsque la roue à combinaison a atteint sa position de sonnerie, elle y reste environ deux secondes et pendant ce laps de temps le circuit de la sonnerie trembleuse est fermé sur une pile locale. L'armature de cette sonnerie est attirée alternativement par le noyau de droite et par le noyau de gauche et le marteau solidaire de cette armature heurte alternativement les deux timbres placés à sa gauche et à sa droite.

En même temps, un signal audible est lancé sur la ligne téléphonique par le chemin suivant (figure 5) : fil 1 ; bobine de self-induction ; condensateur de 2 microfarads ; ressort de retenue ; troisième tige de la roue de combinaison ; batterie locale ; contact intermittent γ entre le ressort de droite ρ_1 et la butée centrale d'arrêt β ; résistance de 48.000 ohms ; bobine de self-induction et fil. 2. Les pressions des ressorts ρ_1 et ρ_2 contre le bec supérieur de l'armature α de la sonnerie sont réglées de telle sorte que le contact γ soit fermé pendant un temps très court à chaque oscillation de l'armature α et soit normalement ouvert lorsque l'armature α est dans sa position d'équilibre (cas de la figure 5). Par suite le signal audible avertissant que l'appel du poste secondaire a réussi est constitué par une série d'impulsions fortes et brèves qui donnent un bruit grêle (le bruit des étincelles rares de radiotélégraphie) dont la durée est d'environ 2 secondes.

Les enroulements de la sonnerie trembleuse ont chacun une résistance de 8 ohms et la sonnerie est alimentée par une batterie locale de 2 ou 3 piles sèches (comme un microphone ordinaire).

Envoi des signaux horaires. — Des dispositions supplémentaires, dont le détail est d'ailleurs simple, permettent d'utiliser le sélecteur à courants alternatifs non seulement pour la sélection des appels mais aussi pour l'envoi des signaux horaires à tous les postes secondaires, ce qui est de pratique courante dans le service des chemins de fer.

Le sélecteur d'appel à courant alternatif n'empêche pas d'employer l'approprié du circuit téléphonique partagé sur lequel il se trouve pour une communication télégraphique simultanée. Il suffit simplement de mettre une résistance en série avec chacun des deux enroulements symétriques du primaire de la bobine toroïdale ou avec chacun des deux enroulements égaux de la bobine Cailho que l'on utilise pour le télégraphe simultané. Ces résistances sont nécessaires pour que le sélecteur d'appel ne soit pas shunté par cette bobine.

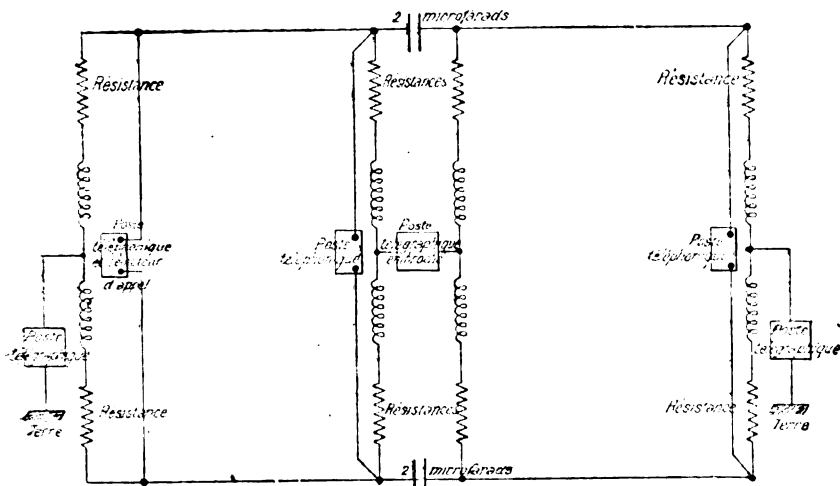


Fig. 6.

Utilisation au télégraphe simultané d'un circuit partagé équipé avec un sélecteur d'appels à courant alternatif.

(De gauche à droite : poste principal, 1^{er} poste secondaire, 2^e poste secondaire).

Le schéma de la figure 6, par exemple, représente l'utilisation d'une partie du circuit partagé pour la constitution d'une communication télégraphique entre le poste principal et un poste

secondaire, avec un autre poste télégraphique secondaire embroché. Tous ces organes supplémentaires ne troublent en aucune façon la transmission des appels sélectifs. Un tel schéma serait par contre irréalisable avec un sélecteur d'appel à courants successifs de même signe.

Application du sélecteur d'appel à courants alternatifs. — L'application la plus importante que ce sélecteur ait reçu jusqu'à ce jour est la direction du mouvement des trains par téléphone. Les avantages que présente cette méthode d'exploitation sont brillamment exposés dans l'article déjà cité de M. Casamassima.

Cet appareil permet, d'une façon générale, de partager de la manière la plus large possible un circuit de signalisation qui peut desservir ainsi à lui seul de très nombreux postes (jusqu'à 253 postes à la fois lorsque l'on utilise le code d'appel indiqué dans le tableau n° 2).

Ce circuit de signalisation n'est pas nécessairement un circuit téléphonique et peut être par exemple un circuit de commande à distance d'organes mécaniques, tels que des sémaphores (service des chemins de fer ou service de la navigation maritime ou fluviale) ; et, envisagé à ce point de vue, le sélecteur à courant alternatif permet de résoudre d'une façon satisfaisante les problèmes de télé mécanique les plus différents. Un grand avenir lui est peut-être réservé, en particulier pour la commande à distance des machines électriques : stations centrales hydro-électriques, postes de transmission radiotélégraphique, etc.

En ne considérant que son application à l'appel sélectif des postes groupés sur une même ligne téléphonique, il existe de multiples cas où les circuits partagés sont susceptibles de rendre les plus grands services.

En général, chaque fois qu'on a besoin de communications téléphoniques rapides et peu nombreuses entre des postes fixes en nombre limité il y a intérêt, au lieu d'emprunter le réseau téléphonique général, de relier tous ces postes entre eux au moyen d'un même circuit téléphonique sur lequel on utilise un sélecteur d'appels. On évite ainsi les lenteurs dans l'établis-

ment des communications téléphoniques par l'intermédiaire des bureaux centraux et, d'autre part, on réduit au minimum la longueur de fil conducteur nécessaire à la constitution d'un réseau privé.

C'est le cas du service des chemins de fer déjà cité, mais c'est aussi le cas des compagnies de tramways (surtout de tramways suburbains), du service de la navigation sur les canaux, des services de douane ou d'octroi, de la police, des services d'incendie, de garde de forêts ou de domaines de toutes sortes, etc.).

Dans l'Administration des Postes et Télégraphes, en dehors de l'application classique des circuits partagés au service téléphonique des petites localités rurales (communes ou hameaux ne justifiant pas l'installation d'un bureau de poste spécial), on peut citer les applications suivantes : 1° service téléphonique dans les colonies où les distances entre lieux habités sont très grandes, ce qui, d'une part, rend nécessaire une liaison par téléphone et d'autre part rendrait trop onéreuse la constitution d'un réseau téléphonique complet avec une ligne spécialisée pour chaque poste.

2° Service des mesures électriques et de relève des dérangements. Il y aurait intérêt, sur les artères très longues et de grande capacité, comportant de nombreux fils et circuits, à spécialiser un circuit téléphonique au service des mesures et de relève des dérangements. Dans chaque bureau de coupure, dans chaque station d'essai, dans chaque poste d'ouvriers ou facteurs-surveillants du service des dérangements, un poste téléphonique, branché sur ce circuit spécialisé, serait installé. Les communications de service des commis des essais entre eux ou avec les ouvriers des lignes, s'écouleraient directement par ce circuit, alors qu'actuellement elles empruntent le réseau général où leur transmission s'effectue souvent avec trop de lenteur. Cela permettrait d'abréger considérablement la durée de la localisation des défauts. Lorsque la section de ligne défectueuse aura été reconnue, la section correspondante du circuit spécialisé pourra servir de fils de secours pour rétablir la communication en dérangement du réseau général, les tronçons de ce

circuit spécialisé, de part et d'autre de cette section, permettant néanmoins aux différents commis de mesures ou ouvriers échelonnés le long de la ligne de communiquer rapidement entre eux et de rester en contact direct les uns avec les autres. Il en résultera que la durée de la relève du dérangement, elle aussi, pourra être considérablement réduite.

Cette pratique d'un circuit spécialisé pour les services d'essais le long de chacune des grandes artères télégraphiques et téléphoniques n'est d'ailleurs pas nouvelle et a été bien souvent employée avec succès à l'étranger.

Amélioration et Extension

DU

RÉSEAU TÉLÉPHONIQUE DE PARIS

PAR M. E.-C. FARLET,
Commis à Paris-Gutenberg.

L'existence du groupe, tant au départ qu'à l'arrivée, constitue un des plus graves inconvénients du réseau téléphonique actuel de Paris. Le groupement arbitraire d'un certain nombre de jacks d'appel a en effet pour conséquence de permettre des surcharges momentanées à côté de périodes de calme relatif, d'où des réponses tantôt tardives, tantôt immédiates, permettant à l'abonné de croire à des variations d'humeur de la part de l'opératrice. En outre, la possibilité de ces surcharges oblige à équiper le meuble pour le régime maximum, d'où gaspillage d'espace et de matériel. Des statistiques mondiales ont établi que le nombre de connexions simultanées ne dépasse jamais 5,5 % du nombre des abonnés avec tendance à diminuer quand ce nombre augmente. Un groupe de 100 abonnés aurait donc besoin de 6 cordons, alors qu'il en existe 16 pour 90 abonnés, soit plus de 3 fois trop.

Le répartiteur intermédiaire par le transfert d'un abonné d'un groupe à l'autre ne remédie à la situation que d'une façon presque permanente, et ne peut rien contre les surcharges momentanées.

Le jack auxiliaire, coûteux et encombrant, ne donne pas les résultats qu'on pourrait en attendre, chaque groupe répondant à ses propres appels avant de faire l'entraide.

L'existence du groupe d'arrivée présente des inconvénients tout aussi graves.

Au défaut d'équilibre entre les groupes de départ s'ajoute le défaut d'équilibre entre les sectionnements d'arrivée, qui ne peut être corrigé que plus difficilement et à titre permanent.

L'afflux sur la ligne de conversation de nombreuses demandes, se produisant en même temps, cause certainement des erreurs de numéros et des doubles connexions en proportion beaucoup plus forte que toute autre cause; il n'est possible d'améliorer cet état de choses que par la création de nouveaux groupes d'arrivée, ce que le matériel existant ne permet pas toujours.

Enfin l'obligation pour le départ de traiter lui-même l'appel, d'avoir recours à l'arrivée et d'en recevoir des signaux ralentit son action en proportion beaucoup plus forte que celle de l'arrivée ne se trouve accélérée, d'où une perte en fin de compte.

Tous ces inconvénients disparaîtraient avec l'adoption du système semi-automatique qui, pour un grand réseau à plusieurs bureaux, comme celui de Paris, présente un avantage marqué sur tous les autres systèmes (y compris le système automatique) (1). Mais la plupart des multiples du réseau de Paris sont actuellement en bon état et quelques-uns sont même tout neufs. Au lieu de les rebuter entièrement afin d'adopter un système tout à fait différent, on peut se demander s'il ne serait pas possible de les transformer en vue d'obtenir un meilleur service, tout en laissant la voie à l'introduction subséquente du semi-automatique techniquement supérieur.

Ce qui fait l'imperfection des multiples en service, c'est qu'on n'a encore jamais installé un multiple muni de *tous* les perfectionnements partiels qu'on peut trouver éparpillés dans les diverses installations; c'est l'essai de perfectionnements qui n'ont pas donné de bons résultats, parce qu'on les a expérimentés seuls, sans leur adjoindre d'autres agencements qui auraient pu les rendre excellents; c'est enfin le maintien de règles d'exploitation qui, très bonnes au moment de leur adoption, sont deve-

(1) Voir la *Téléphonie automatique*, par M. H. Milon, Ingénieur des Postes et Télégraphes, pages 132, 135, 164.

nues mauvaises ou même nuisibles par suite de l'extension du service et des nouveaux besoins.

Le remède se dégage dès lors de lui-même :

Adopter des règles d'exploitation différentes, permettant d'obtenir tous les résultats voulus.

Perfectionner à l'extrême le multiple, en rendant automatique *toutes* les opérations purement mécaniques et indispensables dans tous les cas (mise en écoute et hors d'écoute, choix d'une ligne libre, etc.) et laissant à l'opératrice l'initiative des opérations intelligentes (choix du bureau ou du numéro) ou de celles qui sont occasionnelles ou facultatives (par exemple indication de pas libre), ces deux dernières catégories d'opérations ne pouvant se faire automatiquement que par des organes compliqués, par suite coûteux, encombrants et sujets à dérangements.

Les deux changements importants à introduire dans le mode opératoire actuel sont les suivants :

Adoption du double appel, ou plus exactement de l'appel fractionné : l'abonné mis en relation avec deux opératrices successives désigne à la première le bureau et à la deuxième le numéro de l'abonné demandé.

Suppression du groupe, tant au départ qu'à l'arrivée, et installation d'un répartiteur automatique, de manière que tout appel trouve immédiatement une ligne libre sous le contrôle d'une opératrice libre. C'est le système du bureau « Sud » d'Amsterdam (*Ann. P. T. T.*, sept. 1912 et mars 1913).

Il en découle ou il s'y ajoute les modifications accessoires suivantes :

Suppression du signal d'occupation, l'avis étant donné oralement par l'arrivée.

Suppression du signal de non-réponse par l'adoption du retour d'appel entendu par le demandeur, qui reste seul juge du temps nécessaire pour présumer que le demandé ne répondra pas (*Ann. des P. T. T.*, mars 1912. Multiple de Tunis).

Installation possible de compteurs automatiques sans risque de faux comptages, par suite faculté d'introduire le régime taxé depuis longtemps attendu.

Déconnexion automatique et immédiate de toute ligne sur fin de conversation, et par suite meilleure utilisation de ces lignes.

Enfin quelques améliorations de détail que nous signalerons au passage, notamment une signalisation très étendue des dérangements.

FOCTIONNEMENT DU SYSTÈME PRÉCONISÉ

Le poste d'abonné est le poste ordinaire à batterie centrale intégrale, avec sonnerie en dérivation à travers un condensateur. Au bureau, la ligne d'abonné est normalement ouverte, et multiplée sur : 2 indicateurs d'appel, 12 chercheurs d'appel, et le multiple constituant les tables d'arrivée, d'interurbain et d'essais.

Les relais d'appel et de coupure individuels sont donc supprimés ainsi que le bâti qui les supporte.

Grâce aux indicateurs d'appel toujours en mouvement (1) qui déclenchent les chercheurs d'appel accouplés à des chercheurs de fiches (ces derniers étant toujours en prise avec une fiche libre) l'appel d'un abonné se trouve transporté automatiquement sur une fiche (ou dicorde fictif) libre appartenant à une opératrice libre : cette opératrice est mise automatiquement en écoute tandis qu'une lampe s'allume sur son poste lui indiquant qu'un appel est en instance.

L'opératrice s'annonce alors en demandant : quel bureau ? L'abonné répond par exemple : Gutenberg. L'opératrice ayant devant elle des boutons en nombre égal à ceux des bureaux correspondants, soit 20 boutons dans l'exemple choisi, enfonce le bouton marqué Gutenberg. Cette manœuvre a pour effet de relier le dicorde fictif à une ligne intérieure dirigée vers les lignes auxiliaires de Gutenberg. Cette ligne intérieure aboutit à un ou deux rangs de chercheurs qui, comme la ligne d'appel, sont déjà en prise avec une ligne auxiliaire libre de Gutenberg. L'appel se trouve donc aboutir au bureau demandé.

(1) Système téléphonique de l'avenir (*Annales télégr.* oct.-nov.-déc. 1911).

La ligne auxiliaire porteuse d'un appel aboutit au bureau demandé au multiple d'arrivée où elle est comme au départ, constamment en prise avec une fiche libre sous le contrôle d'une opératrice libre; elle allume une lampe pilote indicatrice d'appel, une lampe d'occupation indicatrice de fiche et met l'écoute automatique.

L'opératrice d'arrivée s'annonce en disant : Gutenberg quel numéro ? Le premier mot est un collationnement implicite destiné à rectifier s'il y a lieu les erreurs de bureau. L'abonné indique par exemple 60.01. L'opératrice fait le test, indique s'il y a lieu : pas libre : le demandeur raccroche et tout revient automatiquement au repos.

Si la ligne demandée est libre, l'opératrice y enfonce la fiche; son écoute est coupée et elle redevient disponible pour un autre appel; en même temps, l'abonné demandé est sonné automatiquement (une lampe, verte par exemple, indique à l'opératrice que le courant est bien envoyé sur la ligne, sinon elle enfonce la fiche mauvaise dans un jack spécial qui l'empêche d'être prise à nouveau) et le demandeur reçoit le retour d'appel lui indiquant que l'on sonne bien son abonné. S'il n'entend rien, il raccroche, demande les dérangements de Gutenberg et lui signale qu'on ne sonne pas sur la ligne 60.01, dont les essais sont faits immédiatement. Aucun avis de non-réponse n'est plus donné au demandeur.

Sur la réponse du demandé, la lampe indicatrice d'appel s'éteint et le compteur du demandeur est actionné.

Chaque abonné qui raccroche envoie à l'autre un sifflement caractéristique en même temps qu'il déconnecte les organes de son bureau et la ligne auxiliaire.

Dans le cas où une ligne bouclée ou à la terre produit un appel intempestif, l'opératrice ne recevant pas de réponse à sa demande : quel bureau ? appuie sur un bouton spécial qui a pour effet : 1° de libérer son poste, 2° de bloquer la ligne d'appel en cause en allumant sur le panneau d'essais une lampe portant le numéro du dicorde fictif en prise. Les essais, rentrant sur le jack correspondant allument sur le chercheur d'appels une lampe à éclats,

qui permet au mécanicien de repérer séance tenante le numéro de l'abonné et les deux chercheurs de fiche en cause ; le tout est essayé immédiatement et les organes intacts remis en service ; les autres marquent occupé jusqu'à réparation. En outre, comme nous l'avons dit, chaque poste d'arrivée essaie ses fiches à la prise de service, en une seule fois au moyen d'un jack convenablement équipé, pour vérifier qu'elles ne sont ni ouvertes ni bouclées, et que le relais d'appel fonctionne bien ; le tout est signalé par l'allumage de lampes et toute fiche mauvaise est enfoncée dans un jack spécial qui l'empêche d'être prise et la signale en même temps aux essais.

L'interurbain fonctionnerait comme à l'heure actuelle, de même que les essais dont le matériel serait naturellement modifié en conséquence.

AVANTAGES DU SYSTÈME PRÉCONISÉ

Les avantages de ce système sur l'état actuel nous paraissent assez considérables pour en motiver l'adoption.

Il n'impose à l'abonné demandeur qu'une sujétion insignifiante, lui demandant non de faire son appel deux fois, mais de le faire en deux fois, comme cela se pratique actuellement pour l'interurbain.

Le délai de réponse du départ ne dépasse pas 4 secondes ; la réponse de l'arrivée est immédiate.

Les organes nécessaires, dont les schémas sont presque entièrement mis au point, sont moins compliqués que la plupart des autres systèmes.

La conversation taxée peut être immédiatement introduite.

Étant donné l'écoulement régulier du travail, le personnel peut travailler à une allure bien plus grande avec moins de fatigue et d'énervement, et toujours à la charge maxima, ce qui est une condition essentielle de bon rendement.

Une ligne auxiliaire mauvaise est seule immobilisée, alors qu'une ligne de conversation mauvaise met hors service les 20 lignes de son sectionnement.

On peut faire aboutir au distributeur d'arrivée sur 600 fiches, 600 lignes venant de *chacun* des bureaux, sans allonger le meuble.

Le service réduit, nuit ou dimanche, se fait absolument comme le service complet, en diminuant simplement l'effectif.

Presque tous les motifs de réclamation sont évités.

L'installation, une fois les multiples à bout de service, peut être facilement montée en semi-automatique ou en automatique.

Le service très étendu de signalisation permet de porter remède dans le plus bref délai aux dérangements de lignes ou d'appareils.

Enfin l'espace occupé étant beaucoup moindre, on peut dans les locaux actuels monter un nombre d'abonnés bien supérieur.

Un point capital à considérer, c'est la possibilité de procéder au changement de système sans introduire de trouble dans l'exploitation. Bien que le travail matériel soit évidemment assez considérable et que nous ne puissions donner un plan définitif parce qu'on se trouvera dans chaque bureau en présence de cas différents, nous pouvons dire cependant que la chose est parfaitement possible en se conformant aux directives générales suivantes :

Commencer l'éducation des abonnés en vue du nouveau système, besogne pour laquelle les contrôleurs et le service des réclamations peuvent être des auxiliaires très utiles.

Installer le retour d'appel par une simple soudure aux clés d'appel actuelles.

Mettre un signal d'occupation provisoire fonctionnant par induction, par suite sans action sur la supervision, et ne pouvant être confondu avec le courant de sonnerie.

Monter d'abord le répartiteur de départ sur les trois rangées inférieures de jacks locaux, correspondant aux trois catégories d'abonnés, sur la moitié des groupes de départ actuels, et continuer le service sur le mode en cours.

Installer alors en répartiteur d'arrivée la moitié libérée du multiple de départ.

Cela fait, se servir des jacks de départ des lignes auxiliaires comme on fait actuellement pour les annotatrices interurbaines avec le répartiteur à l'arrivée.

Enfin, à la place du meuble d'arrivée ainsi libéré, installer les tables de départ définitives.

Tout ceci, nous le répétons, ne peut donner qu'une idée très vague de la façon d'opérer, mais suffit, nous le pensons du moins, à montrer que la transformation est parfaitement possible sans causer le moindre trouble dans l'exploitation.

En résumé, nous pensons avoir démontré qu'il est possible de trouver un moyen à la fois pratique et économique :

1° De préparer la voie à l'introduction du semi-automatique et de l'automatique, tout en utilisant jusqu'à usure complète les multiples actuels.

2° D'instaurer le régime taxé.

3° De doubler la capacité du réseau sans nouvelles constructions.

4° D'améliorer le service, et, par suite, de donner meilleure satisfaction aux abonnés.

« STANDARDIZATION »

Comment traduire ce mot en français

Par M. CAUCHIE

Inspecteur des Postes et Télégraphes.

Il y a deux ans, une grande revue d'électricité demandait à ses lecteurs leur opinion sur le choix d'un mot français pour traduire le mot anglais *standardization* (1). Les réponses reçues n'apportèrent pas de solution à cette question, car les partisans respectifs d'*unification*, d'*uniformisation*, de *normalisation* fournirent des arguments également persuasifs, ou plutôt également peu persuasifs. D'ailleurs le seul fait que trois traductions furent proposées suffit à prouver *a priori* qu'aucune d'elles n'était satisfaisante.

L'année dernière, M. Zetter, examinant de nouveau cette question au Comité des arts économiques et des arts et manufactures de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, crut devoir conclure que le mot *unification* devait « être conservé à l'exclusion de tous autres, car il définit complètement le but qu'il s'agit d'atteindre (2) ».

Ce mot convient-il donc à tous les cas où est employé le mot anglais *standardization* ? M. Zetter lui-même avoue que non.

Dans ce que les Anglais appellent la *standardization*, on poursuit, suivant les propres termes de M. Zetter, le triple but suivant :

1° Établir des réglementations générales et des conditions de réception dans des limites déterminées, mais assez largement

(1) *Revue générale de l'électricité*, année 1917, p. 282.

(2) Zetter, *Du choix d'un mot* (p. 230 et suiv. du *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, année 1918).

étudiées pour qu'elles se prêtent aux exigences diverses qui peuvent se rencontrer dans l'emploi de choses servant à l'utilisation d'un même phénomène fondamental. L'ensemble de ces réglementations et conditions de réception pour un groupe de choses déterminées constitue le cahier des charges ou contrat des garanties sauvegardant les droits du producteur et du consommateur.

2° Établir des réglementations englobant les choses d'une même famille, c'est-à-dire servant au même usage, mais différentes de grandeur et de puissance et dont les caractéristiques principales seront, une fois les réglementations établies, liées entre elles par une ou plusieurs fonctions connues.

3° Établir des réglementations ramenant à un même type toutes les choses de même grandeur et même importance dans la même famille, présentant une communauté de conception et d'usage, et rendant exactement les mêmes services, bien que très différentes les unes des autres avant les réglementations. La forme extérieure, lorsque les choses en comportent, peut être variable, mais les caractéristiques principales en assurant le fonctionnement seront les mêmes pour toutes.

M. Zetter, dans la très remarquable étude à laquelle nous faisons allusion, reconnaît que le mot *unification* convient à « 2° » et à « 3° » mais non pas à « 1° ». Il n'y a donc aucune raison pour le préférer aux autres mots qui ont été proposés.

Comment donc traduire ce mot *standardization*, dont le sens multiple ne s'adapte complètement à aucun vocable français ? Tout simplement en créant un mot nouveau. Il semble que depuis deux ans on éprouve des scrupules à en venir là ; on n'en éprouve pourtant aucun à former chaque jour des néologismes qui sont absolument inutiles car ils font double emploi avec des mots existants, tels que : *intensif*, mot barbare qui ne dit rien de plus qu'*intense* ; *collationnement*, mot ridicule qui fait double emploi avec *collation* ; *solutionner*, synonyme inutile et inélégant du verbe *résoudre* ; et quelques centaines d'autres mots semblables qui déshonorent la langue française. Dans le cas qui nous occupe, au contraire, la création d'un néologisme est absolument

légitime, puisqu'il n'existe aucun mot français qui corresponde au triple sens du mot anglais qu'il s'agit de traduire.

Cherchons donc à former ce mot nouveau.

On a vu plus haut que le verbe anglais *to standardize* veut dire :

- 1° Établir des réglementations, etc. ;
- 2° Établir des réglementations, etc. ;
- 3° Établir des réglementations, etc.

Il faut donc créer un verbe français qui signifie réglementer, fixer des règles, des *normes* (1). Rien n'est plus facile : de même qu'au mot *règle* correspond le verbe *régler*, nous pouvons, à l'aide du substantif *norme*, former le verbe *normer*, duquel nous tirerons ensuite le substantif *normation* (2).

Étymologiquement, *normer* ne veut pas dire autre chose que *régler*, d'une façon absolument générale. Mais, puisque c'est un mot entièrement neuf, nous sommes libres de lui imposer, par convention, de n'avoir pas d'autre sens que le triple sens du verbe anglais *to standardize*, de même que, par convention, nous imposerons au substantif *normation*, entièrement neuf lui aussi, de n'avoir pas d'autre sens que le triple sens du mot anglais *standardization*.

En résumé, l'emploi des mots qui ont été proposés jusqu'à ce jour, tels que *unifier* et *unification*, conduit à des expressions qui sont à la fois incomplètes et ambiguës, car elles éveillent toujours dans l'esprit les significations que possèdent ces mots dans la langue littéraire générale. Au contraire, l'emploi des mots *normer* et *normation*, créés spécialement, ne peut prêter à aucune confusion. Enfin ces néologismes ont l'avantage d'être très courts et d'être formés logiquement.

(1) Bien que le mot français *norme*, qui signifie règle, ne figure pas au dictionnaire de l'académie, il est cependant employé depuis le x^v^e siècle (Voy. le *Dictionnaire* de HATZFELD et DARMESTETER).

(2) *Normiser* et *normisation* seraient barbares, car *norme* n'est pas un adjectif.

L'appareil téléphonique de campagne

DE L'ARMÉE ALLEMANDE

L'appareil téléphonique de campagne de l'armée allemande a été ramassé en grande quantité sur les champs de bataille et il est possible d'en donner aujourd'hui une description intéressante.

Il se compose d'un combiné volumineux, de construction soignée, mais d'aspect lourd, représenté par la fig. 1. Ce combiné se prolonge par un cordon souple à 4 conducteurs terminé à son autre extrémité par deux fiches destinées à être logées dans la boîte de piles (fig. 2). L'appareil comprend un deuxième écou-

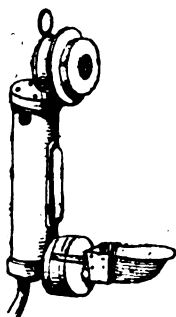


Fig. 1.

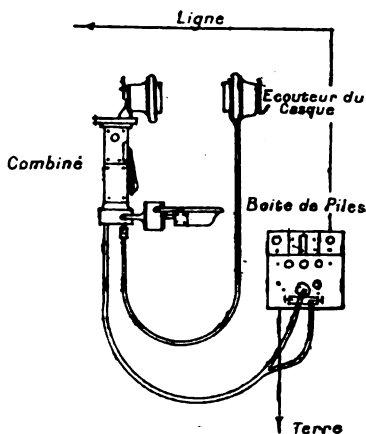


Fig. 2. — Montage d'un poste complet.

teur (écouteur-casque) dont le cordon souple se termine par une fiche qui se loge sous le combiné. La fig. 2 représente le montage de l'appareil complet, ainsi que la disposition des fils de ligne et de terre.

Le schéma électrique de l'appareil est relativement compliqué. Il est représenté par la fig. 3. L'organe d'appel est un appel

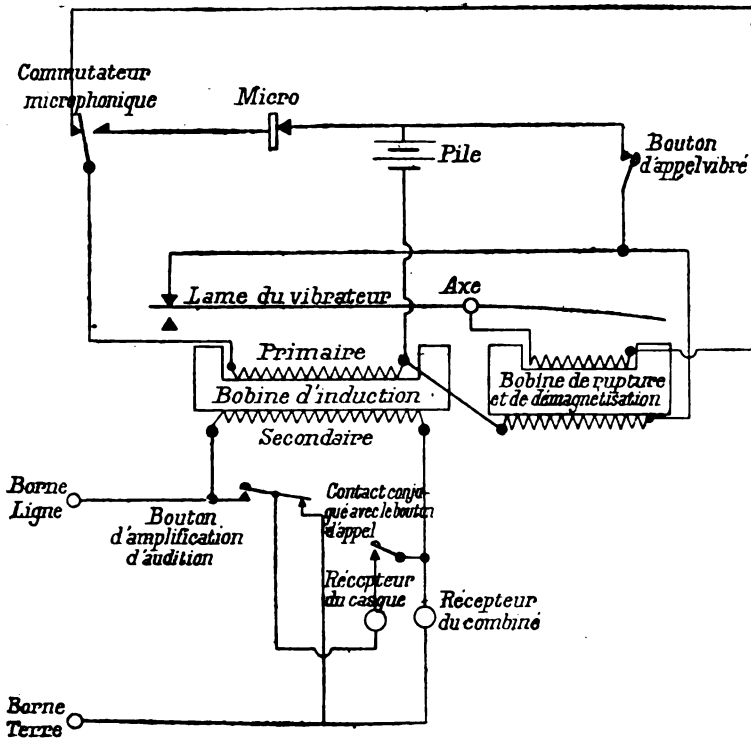


Fig. 3. — Schéma électrique de l'appareil.

vibré électro-magnétique donnant une note extrêmement aiguë. La lame vibrante est sollicitée alternativement par deux bobines situées de part et d'autre de son axe de rotation. L'une de ces bobines est la propre bobine d'induction de l'appareil, l'autre une bobine de rupture.

Quand on appuie sur le bouton d'appel vibré, on voit que, dans la position de la lame du vibreur représentée sur la figure, le primaire de la bobine d'induction attire la lame du vibreur tandis que les deux enroulements de la bobine de rupture sont parcourus en opposition et que le noyau de cette bobine ne s'ai-

mante pas. Aussitôt que la lame du vibreur a obéi à l'attraction magnétique exercée à gauche, elle abandonne son plot de contact supérieur, le primaire de la bobine d'induction et l'un des enroulements de la bobine de rupture sont privés de courant, le second enroulement de la bobine de rupture reste seul alimenté par la pile, le noyau de cette bobine s'aimante et la lame du vibreur est attirée à droite, bascule et revient au contact du plot supérieur. Les mêmes mouvements se reproduisent successivement, le primaire de la bobine d'induction reçoit donc une série d'impulsions de courant que le secondaire transforme en courants d'appel sur la ligne.

Le bouton d'appel vibré comporte un contact supplémentaire qui coupe le circuit du récepteur à casque quand on actionne l'appel vibré. Ceci a pour but de ne pas fatiguer l'opérateur par le bruit aigu et intense de cet appel.

Diamétralement opposé sur la poignée du combiné au bouton d'appel vibré (blanc) se trouve un second bouton (noir) appelé bouton « amplificateur d'écoute ». Dans sa position de repos (position de la figure) les deux récepteurs sont en parallèle. Lorsque l'opérateur veut renforcer la réception, il appuie sur ce bouton et, par cette opération, il met les deux récepteurs en série en même temps que le secondaire de la bobine d'induction est shunté par l'un de ces récepteurs (celui du casque).

Si l'opérateur appuyait à la fois par erreur sur le bouton amplificateur d'écoute et sur le bouton d'appel vibré, cela n'empêcherait pas le fonctionnement de l'appel vibré car dans ce cas l'écouteur de casque ne met plus en court-circuit la bobine d'induction.

Quand on se sert du combiné sans mettre l'écouteur à casque, il est inutile d'appuyer sur le bouton amplificateur d'écoute.

Lorsqu'il y a des postes intermédiaires (en dérivation), il leur est interdit d'appuyer sur le bouton amplificateur d'écoute, afin de ne pas enlever au poste récepteur une trop grande fraction du courant.

..

Quand on construit une ligne téléphonique l'extrémité du câble

léger en cours de déroulement est reliée à la borne L de l'appareil téléphonique dont le dérouleur porte le casque sur la tête. La borne terre de l'appareil est reliée à une plaque métallique fixée sous la semelle du dérouleur, de sorte que celui-ci peut à chaque instant faire ou recevoir un essai.

..

La boîte de piles de l'appareil téléphonique est disposée de façon à pouvoir se passer, dans une certaine mesure, de tableaux commutateurs dans un poste desservi par un petit nombre de lignes.

A cet effet, la boîte de piles est munie de deux jacks pour donner les intercommunications au moyen d'un dicorde (figure

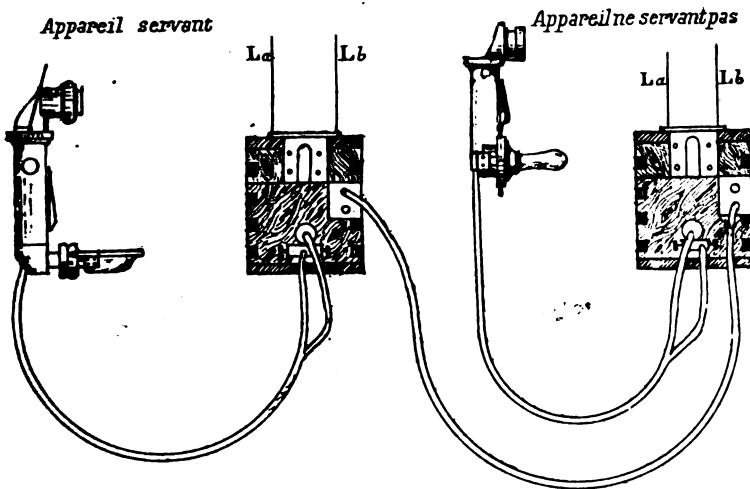


Fig. 4. — Appareil monté pour desservir deux lignes différentes.

4). Le dicorde va du jack supérieur de l'une des boîtes au jack inférieur de l'autre boîte. L'appareil dont le jack inférieur est occupé est hors circuit.

..

Dans les postes centraux un peu plus importants, on fait usage d'un tableau commutateur à dix directions dont les annonceurs à voyant sont sensibles à l'appel vibré.

Ann. des P., T. et T., 1919-I (8^e année).

7

Ces annonceurs sont des récepteurs téléphoniques de grande résistance (1.000 ohms). La membrane de ces récepteurs est polie et supporte un équipage frottant sur elle par deux petites barbes en cuivre inégalement distantes de son centre. Cet équipage est mobile autour d'un axe de rotation perpendiculaire à la membrane et absolument fixe (axe passant par un trou ménagé au centre de la membrane). La suspension de l'équipage est telle que sa rotation est provoquée par les petits mouvements de la membrane, mais dans un seul sens seulement (à cause de l'inégalité des distances radiales des deux barbes de cuivre).

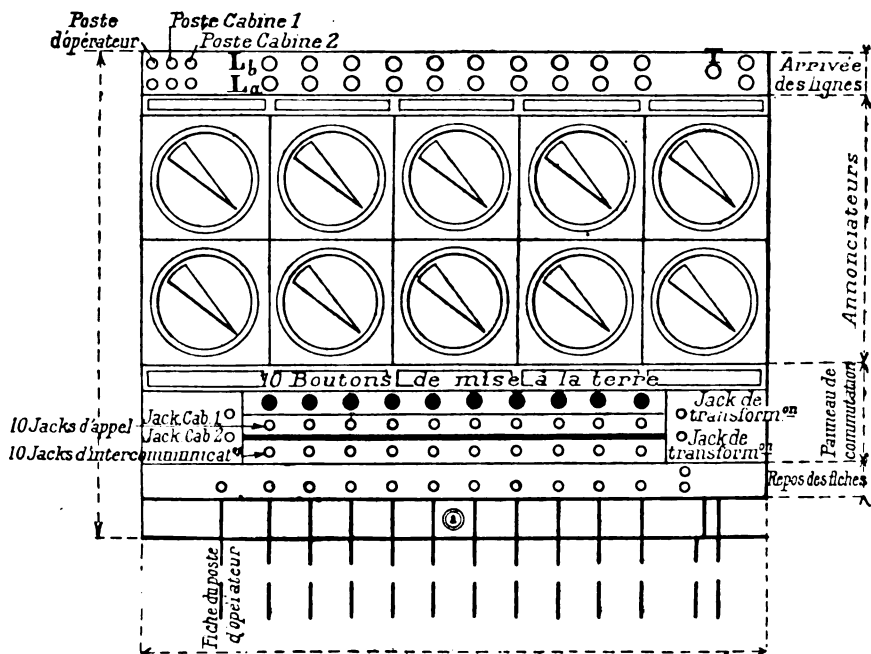


Fig. 5. — Tableau annonceur à 10 directions, vue de dessus.

Quelque faibles que soient les vibrations de la membrane, il y a une sorte d'intégration de ses mouvements par l'équipage qui dévie progressivement et annonce l'appel. La pression de l'équipage sur la membrane est réglable par une bague contre-écrou.

La vue de face de ce tableau est donnée par la figure 5. Il peut

recevoir soit des lignes à simple fil, soit des lignes à double fil. Les lignes à simple fil sont reliées à la série de bornes marquées L_a , leur terre commune est prise à la borne T pourvu que l'on ait préalablement tourné le bouton de mise à la terre correspondant à chaque ligne à simple fil.

Les lignes à double fil sont reliées aux bornes L_a et L_b et l'on ne tourne pas le bouton de mise à la terre.

Il y a $\left\{ \begin{array}{l} \text{dix monocordes} \\ \text{dix jacks d'appel} \\ \text{dix jacks d'intercommunication.} \end{array} \right\}$ correspondant respectivement aux 10 lignes.

Il y a, en outre, deux jacks de transformation avec monocordes destinés à la liaison entre lignes à simple fil et lignes à double fils. S'il advenait par erreur que le téléphoniste donnât l'intercommunication entre une ligne à simple fil et une ligne à double fil sans employer l'un des jacks de transformation, un ronfleur (deux bobines de 10 ohms) serait automatiquement actionné pour l'avertir de son erreur. On peut se rendre compte du fonctionnement de ce ronfleur sur le schéma de la figure 6 : les monocordes sont à trois conducteurs : quand le bouton de mise à la terre a été tourné (ligne à simple fil) le conducteur 3 du monocorde est mis à la fois à la terre et à la sortie du ronfleur, quand le bouton de mise à la terre n'a pas été tourné (ligne à double fil) le conducteur 3 du monocorde est relié au pôle $+$ de la pile du ronfleur ; considérons alors la position des divers organes au moment d'une fausse manœuvre. En partant du pôle $+$ de la pile du ronfleur, nous arrivons au conducteur 3 (ou bien à la douille du jack d'inter) de la ligne à double fil, à la douille du jack d'inter (ou bien au conducteur 3) de la ligne à simple fil, au ronfleur, au pôle $(-)$ de la pile du ronfleur, donc le ronfleur fonctionne.

Quand l'intercommunication intéresse à la fois plusieurs tableaux standards, le circuit du ronfleur est un peu plus compliqué et passe par la terre.

Les transformateurs sont à quatre enroulements, chacun composé de 2.000 tours de fil de $\frac{16}{100}$ mm. ayant une résistance ohmique de 100 ohms.

Le poste d'opérateur est relié aux deux bornes en haut à gauche du tableau commutateur, la fiche du poste d'opérateur est celle de gauche sur le keyboard.

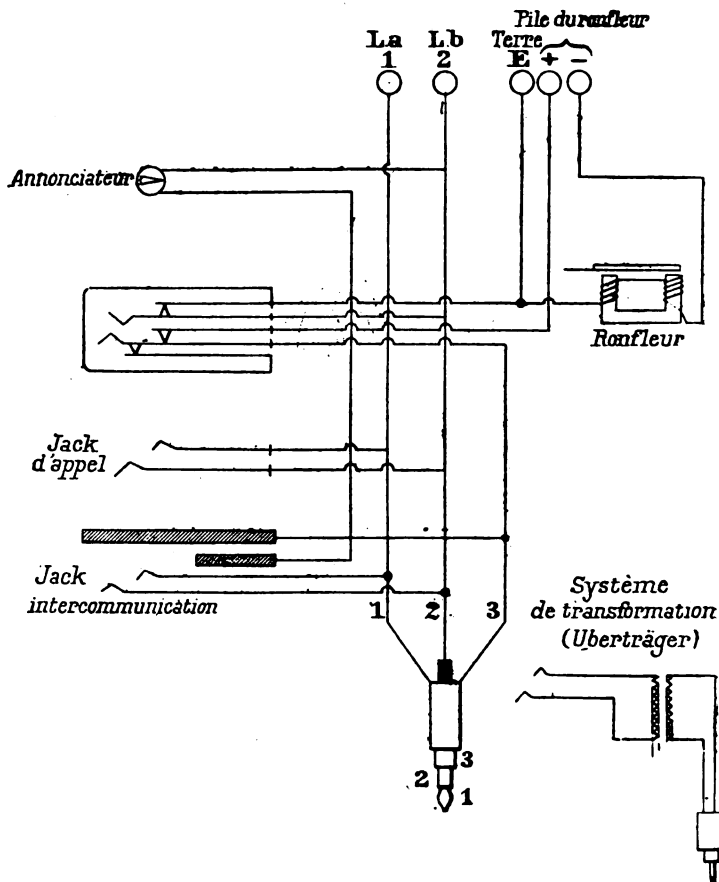


Fig. 6. — Tableau annonceur, à 10 directions, schéma électrique d'un des monocordes.

Deux appareils de cabine peuvent être montés sur le tableau, les bornes d'attache sont en haut et à gauche, les jacks cabine sont à gauche, au niveau des jacks d'appel.

Le tableau s'installe dans la position horizontale.

*
* *

L'appareil téléphonique de campagne allemand peut être complété par l'adjonction au moyen d'un dispositif de connexion d'une magnéto, d'une sonnerie magnétique, d'un parafoudre, d'un condensateur. L'appareil peut alors être monté sur des lignes aboutissant à des tableaux annonciateurs à volet ou même des tableaux multiples à batterie centrale.

Le dispositif de connexion permet, dans un poste extrême de se mettre en position d'appel ou en position de conversation, dans un poste intermédiaire (en dérivation) de prendre les deux positions précédentes ou bien une troisième position dite position d'écoute. Dans cette dernière position, les récepteurs du poste intermédiaire sont mis en série avec la sonnerie magnétique (afin de ne pas trop affaiblir la communication en cours entre les postes extrêmes et le circuit du micro reste ouvert).

Le condensateur peut être introduit dans le circuit de conversation, dans le circuit de sonnerie, dans l'ensemble des deux circuits, ou dans aucun. Cette dernière position est la position normale de l'appareil de campagne et doit être employée chaque fois que l'appareil ne travaille que sur des lignes de campagne.

On met le condensateur dans le circuit de conversation lorsque l'appareil travaille dans des postes pourvus de la signalisation automatique de fin par circulation sur toute ligne reliée à un dicorde d'un courant continu dans la position de repos de l'appareil (multiple M.02 de l'Administration allemande). On met aussi le condensateur dans le circuit de conversation chez les troupes de chemins de fer, car il y a alors toujours plusieurs appareils sur la même ligne ; si deux stations parlent ensemble, il y aurait peu de résistance sur la ligne ; si, en cas de danger, un troisième appareil voulait entrer en service, ses courants d'appel seraient absorbés par les deux stations qui causent et les sonneries des autres stations ne fonctionneraient pas ; les condensateurs intercalés dans le circuit de conversation diminuent cet inconvénient, dans une certaine mesure.

On met le condensateur dans le circuit de sonnerie lorsque

l'appareil travaille avec des multiples à batterie centrale et à signaux lumineux. Dans ce cas on ne monte pas la manivelle de l'appel magnétique puisque le signal d'appel est automatique.

..

D'après l'Instruction allemande pour l'enseignement théorique des troupes du service téléphonique (1915) parag. 159, avec l'appareil de campagne à sonnerie magnétique on parle encore sûrement lorsqu'il y a dix postes sur une même ligne (les dérivations créées par les sonneries magnétiques de grande impédance sont extrêmement faibles, la sonnerie employée ayant une résistance ohmique de 1.500 ohms). On peut encore arriver à une compréhension suffisante avec 30 stations sans qu'il soit nécessaire d'appuyer sur le bouton amplificateur. Pour qu'il soit possible d'appeler la 30^e station on doit aménager, pour les courants d'appel, tous les dix postes, une station relais avec deux appareils : celle-ci, avant de donner l'intercommunication, doit retransmettre l'appel plus loin. Dans les appareils les plus récents et lorsque le circuit est à double fil, il est encore possible d'appeler après la mise en communication.

..

Pour terminer cette description, nous ajouterons que l'on a constaté sur les appareils les plus récents des signes manifestes de la pénurie de certaines matières premières en Allemagne. Le cuivre est souvent remplacé par du zinc, de l'aluminium, ou des alliages contenant un ou plusieurs de ces métaux et du fer.

Service d'Études et de Recherches Techniques

DE L'ADMINISTRATION DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

Électrolyse des positifs 295-35 usagés.

Les piles des bureaux télégraphiques sont constituées avec des positifs au manganèse n° 295-35. Ces positifs sont capables de débiter 70 à 80 ampère-heures en débit continu avant que la force électro-motrice de l'élément de pile soit descendue au-dessous de 1 volt. Ils sont considérés comme usagés à cette valeur limite de force électro-motrice et jetés au rebut. Le prix unitaire d'un positif 295-35 est de 5 fr. 25 d'après la série des prix de l'exercice 1918, ce qui mettrait l'ampère-heure fourni au prix de 7 centimes.

Le réapprovisionnement des positifs 295-35 est devenu très difficile par suite de la pénurie des matières premières.

*
**

Le poste central de Limoges ayant manqué, en 1917, d'agglomérés à sac pendant plus d'un mois, M. Auclair, inspecteur du service électrique, a essayé de régénérer les agglomérés usagés au moyen de courant fourni par une des dynamos de charge des accumulateurs, dynamo pouvant fournir 50 ampères sous 35 volts. Comme la charge des accumulateurs s'opère au régime de 40 ampères, il a monté, en tampon, sur le circuit de charge, 3 batteries de piles à régénérer de façon à obtenir dans chacune de ces batteries (de 10 éléments) un courant de régénération de l'ordre de 3 ampères.

Pour une durée de régénération de 9 heures, il a consommé 0 fr. 75 d'énergie électrique. Les éléments régénérés ont été

capables de restituer chacun 20 AH utiles, soit au total $30 \times 20 = 600$ AH, ce qui porterait le prix de l'ampère-heure utile à $\frac{0,75}{600} = 0 \text{ fr. } 0012$.

Depuis les premières expériences (janvier 1918), M. Auclair a fait face aux besoins de toutes les batteries de pile de Limoges Central (560 éléments) sans avoir à utiliser un seul positif neuf : or la consommation normale en positifs atteignait précédemment une centaine par mois.

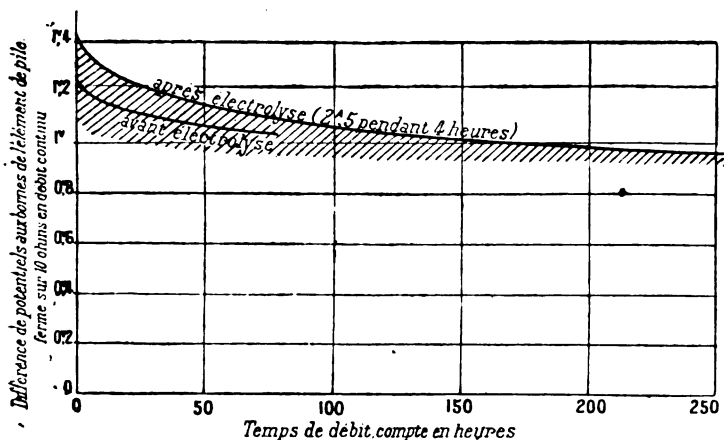
*
*
*

Le Service d'Études et de Recherches techniques s'est proposé, d'une part, de demander à M. Auclair des renseignements complémentaires et en second lieu de procéder lui-même à des expériences.

D'après les renseignements parvenus, les positifs électrolysés à Limoges ont été susceptibles de plusieurs recharges successives. Le nombre de ces recharges n'est pas indéfini, cependant certains positifs en ont subi avec succès sept ou huit et peut-être davantage. On constate que le voltage des positifs en fin de charge, toujours élevé, ne se maintient plus, même à circuit ouvert, lorsque le nombre limite de recharges est atteint. Il est probable que sous l'effet des électrolyses successives, il s'est créé à l'intérieur du positif des couples locaux qui l'épuisent sans utilité. Les positifs devenus ainsi impropres à la régénération ont en fin de charge des voltages très élevés, dépassant 2 volts et même 3 volts.

Le Service d'Études a mis en observation, avant et après électrolyse, des positifs usagés 295-35 afin de se rendre compte quantitativement, avec le plus d'exactitude possible, du bénéfice que ces positifs retireraient de l'électrolyse. Voici le compte rendu de ces expériences : Les positifs usagés provenaient de la Direction de Bourges ; on les mit (avec des zincs neufs et des solutions ammoniacales fraîches) en débit continu sur 10 ohms, afin de se rendre compte de la quantité d'électricité qu'ils pou-

vaient encore fournir et sous quel voltage. La feuille de courbes jointe à la présente Étude permet de suivre les détails de l'ex-



périence pour un de ces positifs : le positif n° 17. La courbe inférieure représente le débit obtenu avant l'électrolyse. Pendant 78 heures, on recueillit près de 9 ampère-heures, puis le débit fut arrêté et le positif laissé au repos pendant plus d'un mois afin de bien le laisser se dépolariser. La force électromotrice de la pile qui était de 1 volt 34 au moment de la mise au repos remonta de 1 volt 34 à 1 v. 39.

Au bout de ce laps de temps d'un mois, le positif fut repris pour procéder à l'électrolyse. On a employé comme électrolyte de l'eau acidulée à 1/10 environ (1) et comme cathode une spirale de fil de cuivre entourant le positif. L'électrolyse a eu lieu sous un régime 2 ampères 5 et a duré quatre heures, de sorte que le positif a reçu 10 ampère-heures.

Après l'électrolyse on remonta une pile Leclanché avec le positif et l'on suivit, sans la mettre en débit, les variations de la force électro-motrice de cette pile. Elle accusa au début 1 volt 56 et son voltage descendit en huit jours jusqu'à 1 volt 52 où

(1) M. Auclair s'est servi comme électrolyte de la solution ordinaire de chlorhydrate d'ammoniaque.

il se stabilisa à peu près. C'est alors que cette pile fut mise en débit continu sur 10 ohms et l'on a tracé la courbe supérieure de la fig. pour représenter les résultats de cette partie de l'expérience. La surface hachurée représente (à une échelle facile à déterminer) le nombre d'ampère-heures restituables gagnés par l'électrolyse. C'est intentionnellement que la partie hachurée a été prolongée sur le dessin un peu au-dessous de la courbe figurative du débit avant l'électrolyse, car il fallait tenir compte des 9 ampère-heures qui avaient été débitées du positif usagé avant l'électrolyse.

La partie hachurée se prolonge en pointe vers la droite jusqu'au bout du dessin et se prolongerait plus loin encore, toujours en s'amincissant, jusqu'au point où, le voltage de la pile tombant à zéro, elle rejoindrait l'axe des abscisses.

On se rend compte au premier coup d'œil que l'électrolyse a relevé de 15 à 20 % le voltage de la pile pendant un temps de débit mesuré par une centaine d'heures de débit continu. Ce résultat est extrêmement important, car l'Exploitation ayant reconnu la nécessité de ne conserver les éléments en service qu'autant que leur force électro-motrice est supérieure à 1 volt, un positif usagé descendu au-dessous de 1 volt est ainsi susceptible d'être réemployé après électrolyse.

*
*
*

En définitive, l'électrolyse apparaît comme un moyen à recommander pour traiter les positifs 295-35 descendus au-dessous de 1 volt.

L'énergie fournie par électrolyse est bien meilleur marché que l'énergie achetée sous forme de positifs neufs. L'installation nécessaire pour procéder à l'électrolyse est facile à réaliser dans tous les bureaux importants.

Les positifs électrolysés restituent sous forme utilisable un nombre fort appréciable d'ampère-heures pourvu que l'électrolyse ait été faite dans de bonnes conditions. On recommanderait de préférence un régime de 2 à 3 ampères pendant cinq à huit heures.

Les électrolyses successives d'un même positif donnent des résultats de moins en moins bons : cependant un positif peut être électrolysé plusieurs fois avec succès. On reconnaît son usure définitive : 1° à ce que le voltage d'une pile Leclanché monté avec le positif aussitôt après la fin d'électrolyse est anormalement élevé (2 volts ou même 3 volts) ; 2° à ce que la pile ainsi montée s'épuise rapidement à circuit ouvert.

COMITÉ TECHNIQUE DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

Installation d'un transporteur incliné et d'un élévateur « Noria » au bureau de Paris, IX^e arr.

Le Comité technique (1^{re} section) a examiné un projet d'installation au bureau de Paris IX^e, d'un transporteur incliné et d'un élévateur genre « Noria ».

Le transporteur incliné est destiné à recevoir les sacs venant de la rue Choron pour les déverser à l'extrémité de la table d'ouverture située au 1^{er} étage.

Du niveau du trottoir au niveau de la table d'ouverture la distance verticale à franchir est de 5 mètres environ ; la distance horizontale entre la rue Choron et l'extrémité de la table d'ouverture est de 11 mètres.

La vitesse du transporteur sera la plus élevée possible, à la condition que le fonctionnement soit sûr ; elle devra être d'au moins 25 centimètres par seconde.

L'élévateur vertical « Noria » est destiné au service des sacs, dans les deux sens, entre le rez-de-chaussée et le deuxième étage. Il pourra aussi servir de secours à la salle du premier étage, en cas d'arrêt du transporteur incliné.

Les bennes de la Noria seront ouvertes sur un seul côté et tourneront de telle sorte que le côté ouvert décrive un plan dans sa révolution.

La vitesse de la Noria sera de 10 centimètres environ par seconde, avec possibilité de réglage.

Il est prévu un groupe électrogène de secours, avec moteur à gaz pour le cas où l'énergie fournie par le secteur électrique viendrait à manquer.

Le cahier des charges comprenant les conditions techniques indiquées ci-dessus a été adopté par le Comité.

COMPTE RENDU DES PÉRIODIQUES

Revue française, par M. TAFFIN, Inspecteur des Postes et Télégraphes.
— Revues étrangères, par MM. HAMEL et VIARD, Ingénieurs des Postes et Télégraphes.

PÉRIODIQUES EN LANGUE FRANÇAISE

Le relais Orling à jet (*R. G. E.* — Décembre 1918). Dans ces dernières années, de grands progrès ont été faits en télégraphie sous-marine par l'emploi d'amplificateurs.

On peut améliorer les transmissions par l'emploi de signaux bryés, on peut aussi bloquer le câble par des condensateurs, on peut augmenter dans une certaine limite la tension de la pile, on peut aussi mettre en dérivation sur la bobine mobile réceptrice, une bobine de self-induction dont on peut faire varier l'inductance par degrés insensibles. Tous ces procédés sont employés. Mais aucun d'eux n'a permis une augmentation de trafic aussi importante que le recours aux amplificateurs Heurtley et Orling.

Je distinguerai tout d'abord le relais proprement dit et l'amplificateur. Dans le relais, un courant arrive, d'une intensité donnée, et aussitôt entre en jeu une autre force électromotrice bien définie qui retransmet le signal sur un autre circuit dans le prolongement du premier. Dans le cas de l'amplificateur, ce sont les divers degrés d'intensité du courant reçu qui se trouvent reproduits à une autre échelle dans le courant retransmis. Le relais se prête à tous les usages de la télégraphie ordinaire, quand le zéro est invariable ; l'amplificateur permet l'agrandissement de broderies autour d'une ligne de zéro mobile, et, en principe, il peut s'appliquer à la téléphonie. L'amplificateur est une sorte de servo-moteur.

Le système, qui constitue un servo-moteur quelconque, comprend un organe de commande dont la position correspond à une valeur déterminée d'une certaine variable x et un organe asservi dont la position dépend d'une autre variable y . Or, le système ne peut se

trouver en équilibre que si l'on a entre x et y une certaine relation. A toute position x , dans un certain champ, correspond donc une position y , telle que la combinaison (x, y) donne l'équilibre. Un déplacement de x tendra à produire un déplacement de y dans un sens déterminé : il faudra veiller à ce que les connexions soient faites de manière que le sens de ce déplacement rapproche y de la valeur correspondant à l'équilibre au lieu de l'en éloigner.

Le dispositif électrique le plus simple, répondant à ces conditions, est le pont de Wheatstone, à fil divisé ; il suffit de déplacer le curseur sur le fil divisé pour faire varier d'une manière bien définie la différence de potentiel aux bornes du galvanomètre, dont l'aiguille prendra, sous l'action de cette force et d'une force directrice antagoniste, une position correspondante d'équilibre stable. Or, il y a des moyens de déplacer le curseur en ne mettant en jeu qu'une énergie insensible.

Au lieu d'un galvanomètre à aiguille, nous pouvons d'ailleurs

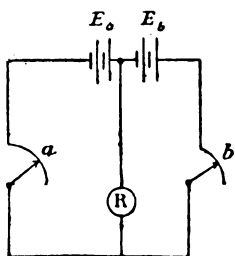


Fig. 1.

envisager un circuit constitué comme l'indique la figure 1. Le récepteur R sera un siphon recorder convenablement shunté et sa bobine restera au repos dans la position de zéro lorsque les forces électromotrices E_a et E_b seront dans le rapport des résistances a et b . La résistance b est une résistance de réglage et l'on peut admettre que la résistance a est sous la dépendance du relais Orling.

Celui-ci a fait l'objet du brevet anglais n° 18.001 A. D. 1911, 20.051 A. D. 1911, 23.571 A. D. 1911, 1.162 A. D. 1912, 5.729 A. D. 1912 avec spécification complète du 8 mars 1912.

Il est employé par les compagnies de câbles et bien que les essais se poursuivent, puisque le relais Heurtley a lui aussi donné d'excellents résultats, il paraît bien constituer un progrès essentiel.

Il s'agira seulement de savoir si les amplificateurs à lampes, si employés aujourd'hui par les Allemands et par leurs adversaires, ne s'adapteront pas encore plus aisément aux besoins de la télégraphie sous-marine.

Le phénomène primordial est le suivant :

Je suppose qu'un mince filament rigide, métallique par exemple, est fixé à la bobine mobile d'un galvanomètre du genre Deprez-d'Arsonval, de façon que sa pointe traverse la veine d'un liquide qui s'écoule par un ajutage convergent à bord lisse et dont la surface reste continue sans se briser en gouttelettes. Eh bien, la tension superficielle de la veine suffira à retenir le filament dans l'intérieur du jet ; elle lui permettra bien de subir, avec une action de rappel extrêmement faible, de petits déplacements latéraux de part et d'autre de l'axe du jet, mais elle l'empêchera de s'échapper de la surface qui délimite le courant, à moins qu'on n'exerce à dessein une force relativement considérable.

Le courant tend à centrer le filament avec une force qui part de zéro et s'accroît très vite quand le filament est déplacé hors de sa position centrale.

Or, d'autre part, la réaction du filament sur la veine fluide est extrêmement prononcée ; la veine prend une direction oblique par rapport à sa direction primitive.

Si, par exemple, le fluide est une encre et que la bande de l'appareil récepteur se déplace à angle droit avec le plan dans lequel s'effectuent les déviations angulaires de la veine, l'encre tracera sur la bande, à une échelle considérablement agrandie, les petits déplacements du filament rigide.

Il est d'ailleurs remarquable que les impulsions peuvent se succéder avec la plus grande rapidité.

Au lieu d'employer la déviation du jet à faire directement le tracé, il est préférable de l'employer à former un pont en un point variable entre deux tiges parallèles adjacentes, comme l'indique la figure 2.

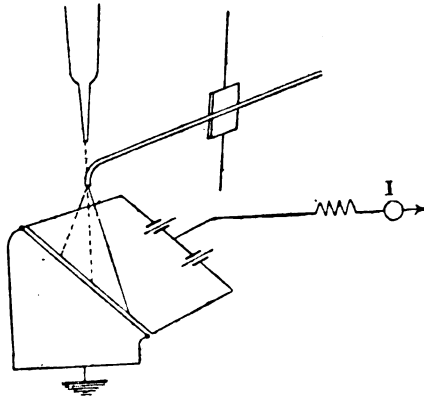


Fig. 2.

Il faut ajouter que l'auteur de ce relais a trouvé qu'on pouvait employer des jets de gaz combustible qu'on enflamme, au lieu de jets liquides. Le fil potentiométrique peut être constitué par deux jets liquides directement opposés l'un à l'autre, leur point de rencontre se déplace avec la position de la veine déviée qui vient les rencontrer à angle droit. On peut faire agir une veine déviée sur un organe qui déviara à son tour une autre veine, de sorte que le débit de chacune d'elles pourra être réglé selon sa fonction particulière à la valeur la plus convenable. On peut employer d'autres récepteurs qu'une bobine de siphon recorder : Orling a fait appel notamment à des phénomènes électrocapillaires, etc. [Le champ des variations et des applications est évidemment très grand.

Je me bornerai à ces quelques indications qui suffiront pour montrer l'intérêt d'un nouvel amplificateur dont les résultats pratiques donnent déjà de grandes espérances.

J. POMEY,

Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes.

PÉRIODIQUES EN LANGUES ÉTRANGÈRES

Organes d'appel dans les centraux téléphoniques (*Telephony*, 24 août 1918). — L'auteur explique le principe et le fonctionnement de la sonnerie magnétique polarisée (fig. 1 A) universellement employée pour les applications téléphoniques ; il indique l'emploi d'un ressort de rappel ayant pour effet de rendre la sonnerie

sensible à des courants pulsatoires d'un signe déterminé (fig. 1 B). On voit en effet que des pulsations de courant positif parcourant l'enroulement dans le sens de la flèche accroissent le magnétisme du noyau C' et neutralisent ou inversent celui du

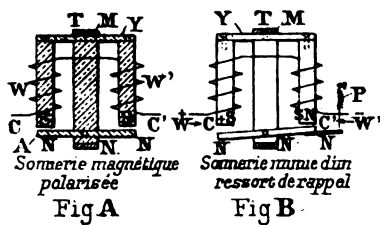


Fig. 1. — Schémas de sonneries.

noyau C, l'attraction magnétique surmonte alors l'action du ressort P et fait basculer l'armature. Au moment où la pulsation cesse, le ressort ramène celle-ci à sa position de repos, ce mouvement se

répétant à chaque pulsation se traduit par une vibration régulière de l'armature.

Des pulsations de polarité contraire produisent un couple périodique dont l'action s'ajoute à celle du ressort laissant ainsi l'armature immobile. Si l'on veut au contraire rendre la sonnerie sensible aux seules pulsations négatives, il suffit d'inverser les fils aboutissant aux bornes d'entrée de l'enroulement.

Ce montage permet d'appeler séparément l'un quelconque de quatre postes groupés en parallèle sur une seule et même ligne. Il suffira de monter entre l'un des fils de ligne et la terre les sonneries de deux des postes, celles-ci étant pourvues du ressort de rappel et connectées en sens inverse l'une de l'autre. On appellera l'un de ces postes par un courant pulsatoire positif, l'autre par un courant pulsatoire négatif. Les sonneries des deux autres postes seront montées d'une manière identique sur l'autre fil de ligne (fig. 2 A). Le jeu des

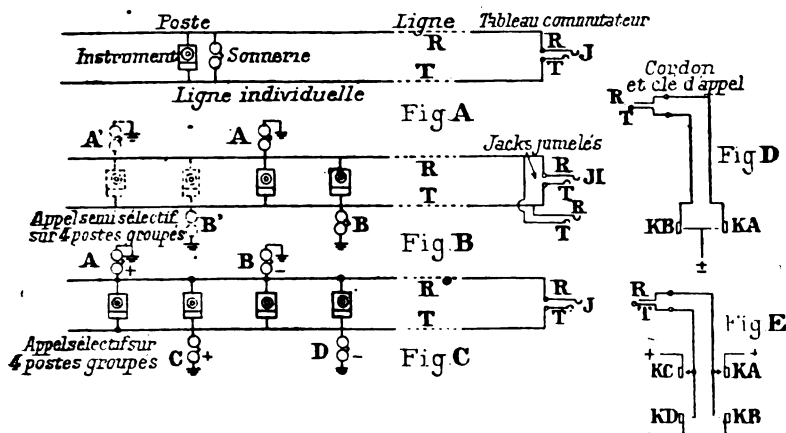


Fig. 2. — Montages divers pour l'appel des postes individuels ou groupés.

quatre clefs KA, KB, KC, KD, permet d'appeler à volonté le poste que l'on désire.

Un tel jeu de clefs peut être monté sur chacun des cordons du groupe, mais on peut également se borner à munir le groupe d'une seule clé maîtresse qu'il faudra manœuvrer conjointement avec la

clé d'appel du cordon employé. Ce dernier montage est d'une installation moins coûteuse, mais il réclame une attention plus grande de la part de l'opératrice ; aussi, tout bien considéré, la première méthode paraît être préférable. On peut d'ailleurs réduire à deux le nombre des clés par l'usage sur la ligne à postes embrochés de 2 jacks à connexions inversées (fig. 2 B) ; ce dispositif est rarement employé lorsque l'appel se fait manuellement en raison de la dépense élevée correspondant à l'augmentation du multiplage, mais dans les bureaux où l'appel est automatique, d'autres considérations viennent justifier ce supplément de dépense.

Lorsque plusieurs sonneries sont montées en parallèle sur une ligne à postes groupés, on les choisit d'une résistance plus élevée que celles employées sur les lignes à poste unique, pour éviter d'envoyer sur la ligne des courants d'appel trop intenses, cette résistance peut atteindre 2.500 ohms alors que celle des sonneries ordinaires s'abaisse parfois à 300 ohms ; pour un même voltage d'appel, chaque sonnerie ne laisse passer qu'une intensité réduite mais qui suffit à la faire fonctionner, les enroulements présentant un bien plus grand nombre de tours.

Il est bien entendu qu'on ne peut songer à se servir pour le téléphone de la sonnerie à trembleur interrupteur du type ordinaire trop peu résistante, mais on fait usage avec du courant continu d'une sonnerie de ce genre à bobines de résistance élevée (500 ohms chacune) et dont les noyaux sont polarisés par un aimant permanent ; cet appareil se prête, comme la sonnerie à courant pulsatoire, à l'appel séparé de plusieurs postes embrochés : il suffit de prévoir au poste central deux batteries de piles de polarités opposées. Un dispositif commandé par une vis, permet de changer instantanément les connexions de la sonnerie pour l'adapter à l'emploi du courant alternatif normal fourni par une machine d'appel ou un changeur de pôle.

Générateur de courant d'appel alternatif. — La figure 3 B représente les parties essentielles d'un générateur électromagnétique simple, où le courant alternatif résultant de la rotation de l'enroulement W entre les pôles de l'aimant permanent M est recueilli par les balais BB' frottant sur les bagues CC'. A chaque tour de l'armature, il se produit une oscillation de courant complète dont la figure 4 A

donne la représentation graphique. L'armature tournant à raison de 960 tours par minute, la fréquence du courant sera de 16 périodes par seconde, c'est celle qu'on emploie généralement pour le courant d'appel en dehors des cas d'exception qui seront cités plus loin. La fréquence utilisable est d'ailleurs limitée par l'inertie des parties mobiles de la sonnerie qui ne pourraient suivre des oscillations trop rapides, l'armature tendrait dans ce cas à se coller au voisinage de l'un des pôles et l'on entendrait un bourdonnement plutôt qu'une sonnerie distincte. Une fréquence supérieure à 25 périodes par seconde serait inapplicable à ce genre de sonnerie.

On voit sur la figure 3 B au delà des deux bagues C et C' un 3^e

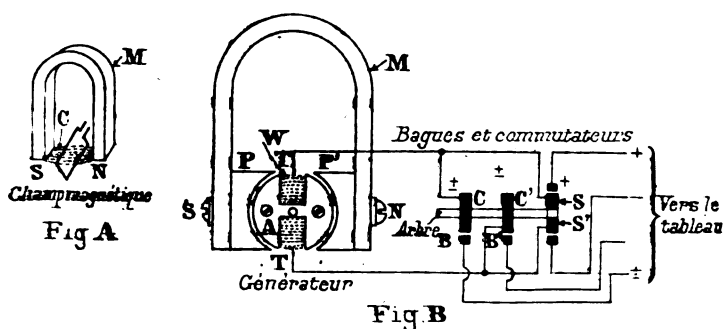


Fig. 3. — Divers genres de courants d'appel.

anneau conducteur D divisé en deux parties par deux fentes diamétralement opposées. Cet organe porte le nom de commutateur et sert à produire les courants pulsatoires dont nous avons vu précédemment l'application. L'une des bagues étant reliée à la terre, l'un des balais de ce commutateur recueillera des pulsations positives, l'autre des pulsations négatives, chacune des pulsations ayant la valeur d'une demi-période du courant alternatif et deux pulsations consécutives étant séparées par un intervalle neutre d'une demi-période également (fig. 4 B). Cet intervalle a précisément la valeur nécessaire pour le bon fonctionnement d'une sonnerie munie d'un ressort de rappel. Comme on le voit sur la figure, la commutation se produit au moment où le courant s'annule pour changer de sens. La figure 4 C représente elle aussi des ondes de courant pulsatoire, mais ces

dernières sont produites par le changeur de pôles qu'on examinera plus loin.

Toutefois, on peut dès maintenant mettre en évidence la cause de la différence de forme entre ces deux genres de pulsations. Les ordonnées des ondes de courant, produites par le mouvement d'une armature dans le champ d'un aimant croissent et décroissent en effet d'une

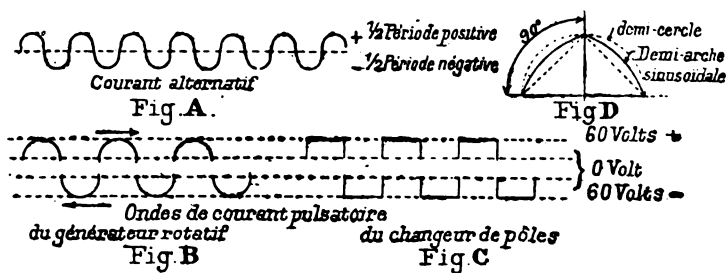


Fig. 4. — Schéma d'un générateur d'appels.

manière progressive, de telle sorte que leur graphique correspond à la courbe dite sinusoïde. Avec le changeur de pôle, le courant varie au contraire brusquement de zéro à son maximum et retombe de même du maximum à zéro.

Le générateur à magnéto ne s'emploie que dans les très petits bureaux et pour les postes d'abonnés à batterie locale. Dans tous les bureaux d'une certaine importance, il a cédé la place aux commutateurs ou aux groupes convertisseurs où l'aimant permanent est remplacé par des électro-aimants, mais le principe essentiel est toujours le même : la rotation d'un enroulement dans un champ magnétique.

Si l'on mesure avec un voltmètre approprié le potentiel du courant alternatif et celui du courant pulsatoire, on trouve qu'ils sont environ dans le rapport de 80 volts à 60 volts; on s'explique facilement cette différence en notant que le courant pulsatoire d'une polarité déterminée ne met en jeu que la moitié de l'énergie totale du courant alternatif, cette énergie dépendant à la fois de l'intensité et du voltage; ce dernier n'est pas toutefois divisé par deux comme on pourrait le croire à première vue, mais par le facteur $\sqrt{2}$, soit 1,4 environ.

Un tel générateur de courant peut être entraîné par un moteur quelconque, mais il faut que sa vitesse de rotation ne dépasse pas 10 à 20 tours par seconde. Lorsque le moteur de commande est alimenté par du courant alternatif de fréquence 60, sa vitesse est voisine de 1.500 tours par minute, il est donc nécessaire de commander la machine d'appel par une courroie passant sur des poulies de dimensions convenables.

L'armature du générateur de courant d'appel porte dans ce cas un enroulement d'excitation produisant du courant continu que l'on recueille au moyen d'un collecteur et de balais pour l'envoyer dans les enroulements inducteurs, un rhéostat permet de régler la valeur du champ de ces derniers.

Avec un moteur à courant continu alimenté par la batterie centrale, la vitesse dépend essentiellement du voltage appliqué aux bornes, mais il est encore nécessaire de prévoir un dispositif régulateur s'opposant à des variations de vitesse trop accentuées.

On a été conduit depuis déjà un certain temps à combiner en un seul appareil le moteur à courant continu et la génératrice de courant alternatif, on obtient ainsi la commutatrice alimentée d'un côté en courant continu par un collecteur et produisant les courants d'appel alternatif et pulsatoire que l'on recueille sur des bagues et un commutateur placés à l'autre bout de l'arbre. La commutatrice est excitée en dérivation ; elle est munie généralement d'un rhéostat de démarrage particulièrement nécessaire lorsque l'arbre commande un engrenage réducteur de vitesse à vis sans fin, car, dans ce cas, l'intensité du courant de démarrage est assez forte relativement au régime de marche.

On prévoit ordinairement dans chaque bureau central deux machines d'appel dont l'une est actionnée par la distribution d'énergie locale, l'autre par le courant de la batterie du bureau.

Les courants d'appel débités par la génératrice entraînent la formation d'un couple résistant, de valeur assez forte pour réduire parfois dans des proportions appréciables la vitesse de la machine ou même faire sauter les plombs de sûreté du moteur aux heures de travail intensif du multiple, il en résulte une interruption de service au moment le plus inopportun ; pour éviter de tels accidents, il

L'arbre de la machine représentée par la figure 5 se termine par une vis sans fin qui s'engrène avec une roue dentée montée sur un axe perpendiculaire à celui de la machine ; la démultiplication est telle que, le moteur tournant à 960 tours par minute, le deuxième axe tourne à peu près à dix tours. L'anneau *d*, monté au bout de cet axe, a l'apparence d'un collecteur formé de secteurs de métal séparés par des parties isolantes. Les divers segments sont ici solidaires et reliés à l'anneau contigu *l* qui lui-même est connecté au pôle actif de la batterie. Lorsque la machine tourne, ce dispositif donne du courant interrompu tel que celui dont on se sert pour allumer une lampe signalant une ligne occupée ou en dérangement. On peut également connecter cet organe de manière à ménager une terre périodiquement interrompue sur un circuit distinct de la batterie.

Un courant interrompu d'aussi basse fréquence serait peu propre à donner aux abonnés des signaux auditifs indiquant une ligne occupée ; pour réaliser une cadence rapide et nette, le courant de la batterie pris au point *M'* est envoyé sur l'anneau *D* solidaire des segments de l'anneau *C*, ces deux pièces étant montées sur l'axe à rotation rapide. Les segments et les intervalles de l'anneau *C* sont assez larges pour que les interruptions de courant soient bien distinctes, le courant périodique ainsi engendré retourne à la terre à travers le primaire à forte résistance du transformateur *T* dont l'enroulement secondaire, très peu résistant, sert de passage au courant continu venant du pôle actif de la batterie et aboutit au point de distribution marqué *T*. Au courant continu de la batterie se superposent les courants induits dans le secondaire ; on obtient de la sorte un signal audible d'une certaine nature avertissant qu'une ligne est occupée ou en dérangement. Quelquefois on fait passer ce courant par un anneau interrupteur à rotation lente qui le coupe d'interruptions, suivant des cadences spéciales caractérisant des conditions déterminées.

Enfin l'anneau *E* fixé également sur l'axe à rotation rapide porte un très grand nombre de segments et produit un courant interrompu de fréquence assez élevée pour donner dans le récepteur une sorte de sifflement perçant déchirant l'oreille, aussi ce dispositif est-il universellement connu sous le nom de hurleur. On s'en sert avec discrétion pour envoyer de la table d'essai chez un abonné distrait

un signal l'avertissant qu'il a oublié de raccrocher son récepteur, mais il faut être sûr que personne n'écoute à l'appareil, le hurleur étant susceptible de blesser une oreille voisine du récepteur.

Le courant du hurleur peut être aussi envoyé dans un transformateur tel que T' dont le courant induit servira pour quelque usage. Dans les grands centraux où l'on peut avoir besoin d'un certain nombre de sons cadencés divers, il existe une véritable batterie de tels transformateurs qui sont montés soit sous la machine d'appel, soit derrière le tableau de distribution. Chacun d'eux est constitué par un épais noyau de fils de fer doux portant un enroulement primaire de plusieurs centaines d'ohms et un enroulement secondaire d'un ohm ou moins encore.

Le champ magnétique d'une bobine pourrait induire sa note particulière dans les enroulements d'un transformateur adjacent dont le noyau se trouverait placé parallèlement au premier. En raison de ce fait, les bobines sont disposées en chicane, autrement dit, les noyaux de deux bobines adjacentes sont placés à angle droit.

Dispositif d'appel automatique. — La figure 6 représente les détails essentiels du montage permettant d'appeler un abonné par le

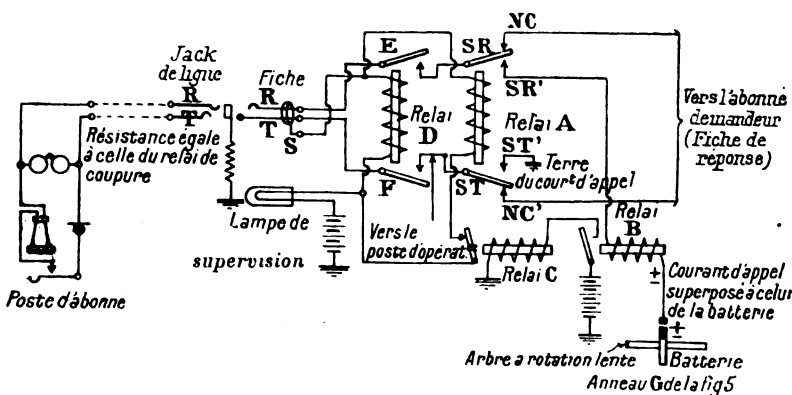


Fig. 6. — Circuits essentiels d'un cordon équipé pour l'appel automatique.

simple enfoncement de la fiche dans son jack et qui peut être employé soit sur une ligne interurbaine, soit sur une position d'arrivée; dans le premier cas, le relai de coupure est remplacé par une résistance équivalente.

On voit sur la figure que le courant de la batterie passe dans la lampe de supervision, traverse en parallèle d'une part le relais D et d'autre part, par le contact du relais C, le relais A ; les deux dérivations se réunissent alors et le courant retourne à la terre à travers le relais de coupure, les deux relais fonctionnent et le courant d'appel traversant le relais B passe par le contact SR', les armatures S R et E, va traverser la sonnerie au bout de la ligne et revient à la terre par les armatures F ST et le contact ST'. Il peut aussi, dans certains cas, retrouver la terre à la sortie de la sonnerie. Celle-ci présente une résistance assez forte et ne laisse passer qu'un courant très minime ; quand le récepteur est décroché, la résistance du circuit diminue brusquement et le courant prend une valeur plus forte. Le relais B que traverse le courant d'appel est du type dit « marginal » c'est-à-dire qu'il ne fonctionne que pour une intensité minima de courant bien définie, supérieure à celle que laisse passer la sonnerie, mais plus petite que celle mise en jeu quand le récepteur est décroché. Cette dernière opération le fait donc fonctionner, son armature quitte son contact et coupe ainsi l'alimentation du relais A, les ressorts SR, ST, revenant sur leurs contacts de repos rétablissent le circuit de ligne du dicorde. Il existe un certain nombre d'autres relais chargés de suspendre le fonctionnement des relais A, B et C une fois la conversation terminée et qui, d'autre part, actionnent le signal de supervision pour guider la manœuvre de l'opératrice. Celle-ci n'a d'ailleurs que ce dernier signal pour se rendre compte si l'appel est entendu. L'abonné demandeur est actuellement mieux informé, car un condensateur shuntant le relais qui, sur le cordon de réponse, correspond au relais A, lui renvoie la note du signal d'appel, de sorte qu'il a la preuve auditive que l'opératrice sonne sur la ligne et tâche d'attirer l'attention de son correspondant.

D'abord appliqué sur les lignes interurbaines, l'appel automatique se monte aujourd'hui fréquemment sur les groupes locaux.

La durée du temps nécessaire à l'opératrice pour un appel étant réduite, celle-ci pourra donner un plus grand nombre de communications par jour et desservir un plus grand nombre de lignes d'arrivée. On pourra donc réduire le nombre de positions d'opératrices et par suite les dimensions du meuble. Ces avantages compensent très

largement, surtout pour les grands centraux, la dépense supplémentaire inhérente à la plus grande complication des circuits de cordons.

L'appel automatique est applicable sur les lignes à postes groupés. On place à cet effet sous la main de l'opératrice une clé à quatre boutons marqués des signes distinctifs correspondant aux divers modes d'appel. Cette clé n'est pas à proprement parler une clé d'appel, elle dirige le courant sur un relais jouant le rôle du relais A et, d'autre part, détermine la polarité de l'appel ainsi que le fil de ligne sur lequel il est transmis. Dans les bureaux où le trafic nécessite un service aussi rapide que possible, on emploie, pour les postes groupés, des jacks jumelés à connexions inverses analogues à ceux du service manuel.

Si l'on se reporte à la figure 5, on voit que la bague C présente des segments successifs qui sont reliés alternativement, les uns à la bague H, apportant le courant alternatif, les autres à la bague F connectée au pôle de la batterie. Le balai de l'anneau G laisse donc passer alternativement des périodes de courant alternatif et continu ; dans les deux cas, le relais B fonctionnera quand l'abonné demandé décrochera son récepteur. On évite ainsi l'intervalle mort pendant lequel l'abonné, ayant décroché son récepteur, devrait attendre, avant de pouvoir causer, l'établissement du courant d'appel qui viendrait frapper désagréablement son oreille.

On a vu que, pour un nombre déterminé d'appels par jour, la puissance de la génératrice devait, lorsqu'on emploie l'appel automatique, être double de celle nécessaire pour l'appel manuel ; ce fait repose sur une question de probabilités et de psychologie des opératrices. Dans le service manuel, celles-ci ont pour instructions de sonner à intervalles réguliers sur la ligne demandée jusqu'à conclusion de l'appel, mais elles doivent s'occuper en même temps d'autres communications en cours ou en instance : avec les meilleures intentions du monde, les appels sur une ligne donnée sont ainsi lancés d'une façon plus ou moins irrégulière, le courant d'appel est donc débité sans loi précise et pendant une minute déterminée, il n'y a que très peu de chances pour que toutes les opératrices engagées sur un appel sonnent en même temps.

Avec l'appel automatique, le cas est complètement différent. Si, pendant une minute donnée, mille appels sont en cours, c'est l'axe à rotation lente de la machine qui réglera les émissions de courant simultanément sur toute les lignes, il y aura donc mille sonneries qui fonctionneront ensemble ; d'une façon générale, la somme des courants d'appels sera proportionnelle au nombre de demandes : on conçoit que l'intensité totale pourra être beaucoup plus grande qu'avec le service manuel. Pourtant si paradoxal que cela puisse paraître, il est possible d'utiliser une génératrice moins forte dans le premier cas que dans le deuxième.

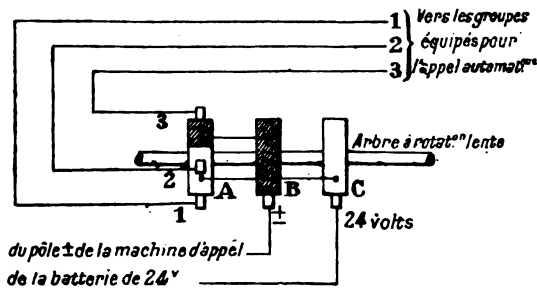


Fig. 7. — Répartition de l'énergie dépensée pour les appels.

Si l'on examine la figure 7, on remarque des bagues additionnelles montées sur l'arbre à rotation lente, la bague A est divisée en deux secteurs, l'un connecté à la bague B du courant d'appel, l'autre à la bague C de la batterie ; sur la bague A frottent trois balais numérotés 1, 2, 3, dont chacun alimente un groupe de positions locales ou interurbaines, un seul de ceux-ci recevra pendant un temps déterminé, soit un intervalle de 2 secondes, le courant d'appel provenant de la portion hachurée, de la bague A et du balai 3. Les balais 1 et 2 recevront pendant ce temps le courant de la batterie correspondant à l'intervalle de repos, le courant d'alimentation nécessaire pour l'ensemble des trois séries de positions sera donc seulement le tiers de celui que nécessiteraient l'ensemble des appels fonctionnant simultanément.

Régulateur de tension pour la machine d'appel. — Lorsque le moteur est alimenté par un secteur de distribution d'énergie,

on peut admettre que sa vitesse reste suffisamment constante, car elle est fonction du voltage qui, lui-même, doit être maintenu à peu près constant par la compagnie distributrice. Il n'en est pas de même pour les moteurs alimentés par la batterie du central, le voltage de celle-ci, qui peut être de 24, 36, 40 ou 48 volts, peut décroître en effet de 4 à 5 volts au-dessous de sa valeur normale après une longue période de travail sans recharge ; inversement il peut la dépasser de la même valeur au début de la décharge, de telles fluctuations se répercuteraient sur la vitesse et par suite sur le voltage de la génératrice de courant d'appel, le courant d'appel dans les sonneries varierait dans les mêmes proportions, ce qui pourrait troubler le fonctionnement du relais « marginal » : pour un voltage trop faible ce dernier ne fonctionnerait pas même quand l'abonné décrocherait ; pour un voltage trop fort, il fonctionnerait avant le décrochage. Le meilleur dispositif, pour assurer une vitesse constante, est celui qui repose sur l'emploi d'un régulateur à force centrifuge agissant sur des contacts électriques faisant eux-mêmes fonctionner un électro-aimant qui commande la manette du rhéostat de champ de la génératrice.

L'emploi du relais marginal met en évidence une autre cause de dérangement qui n'aurait autrement que peu d'importance, c'est le phénomène des différences de potentiel entre les terres, fréquemment causées par les courants vagabonds qui rayonnent autour des rails employés comme conducteurs de retour par les entreprises de traction. Lorsqu'un circuit présente une terre à l'une de ses extrémités, l'autre peut se trouver portée à des potentiels atteignant 4 à 5 et même 9 à 10 volts par rapport à la terre avoisinante. Le relais marginal, étant monté sur un circuit de cordon qui dessert des milliers de lignes, est réglé pour des conditions générales et non pas en vue de ces cas anormaux où le potentiel de la terre s'ajoute au voltage du courant d'appel où le neutralise en partie, on conçoit que ce fait mérite une sérieuse considération et qu'il est d'autant plus désirable que le voltage de la machine d'appel reste aussi constant que possible.

Un grand nombre d'inventeurs ont étudié des systèmes d'appels sélectifs pour les lignes à postes groupés, la majorité de ces recherches

n'ont pas donné de résultat pratique. Il existe pourtant une exception frappante parmi toutes ces tentatives échouées, c'est le système connu sous le nom d'« appel harmonique » dont l'usage s'est largement répandu et qui donne toute satisfaction. En voici le principe : soit un moteur d'entraînement (fig. 8) dont l'arbre prolongé porte

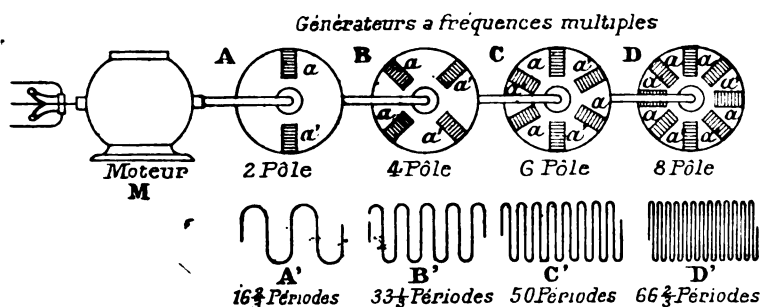


Fig. 8. — Convertisseur rotatif pour la production de courants harmoniques.

quatre armatures génératrices A, B, C, D, chacune de celle-ci comporte un nombre différent de paires de pôles, depuis une pour A jusqu'à quatre pour D.

Pour une vitesse de rotation donnée, soit 160 tours par minute, la fréquence du courant produit est proportionnelle au nombre de paires de pôles. L'armature A donnera donc 16 périodes $\frac{2}{3}$, B le double, soit 33 périodes $\frac{1}{3}$, C le triple ou 50 périodes, D le quadruple ou 66 périodes $\frac{2}{3}$. Au-dessous des divers induits, des graphiques correspondants représentent les formes comparées des oscillations engendrées par ces armatures. On peut se donner une impression physique de ces courants variables, en plaçant deux doigts d'une main sur les pôles d'une magnéto de poste d'abonné dont on fera tourner la manivelle avec l'autre main, à des vitesses de plus en plus grandes, le voltage s'accroîtra d'ailleurs en même temps que la fréquence, mais cette circonstance est tout à fait distincte de la sensation de fréquence en elle-même.

On a vu que la sonnerie magnétique ordinaire ne peut fonctionner convenablement pour des fréquences supérieures à 25 périodes, par seconde, l'inertie de son armature ne lui permettrait pas de

répondre à l'action des courants produits par les 3 derniers générateurs.

On voit sur la fig. 9 les parties essentielles des sonneries spé-

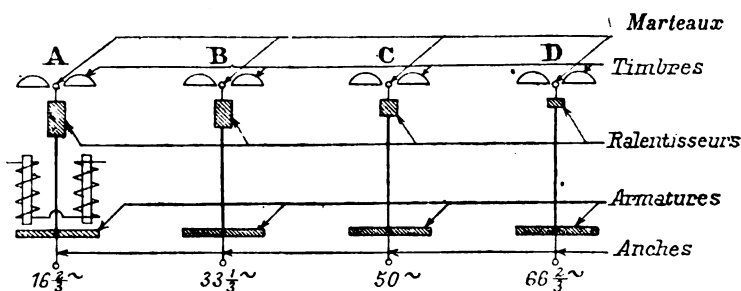


Fig. 9. — Sonneries harmoniques à anches lestées.

ciales construites pour fonctionner avec les courants harmoniques. L'aspect général ne montre que peu de différence avec le type ordinaire, elles comportent deux bobines dont les noyaux polarisés par un aimant (non représenté sur le dessin) agissent sur les extrémités d'une armature, mais celle-ci ne pivote pas autour d'un axe, passant par son centre, elle est fixée en ce point sur une courte pièce élastique appelée « anche » encastrée à l'autre bout dans le bâti de la sonnerie. Du côté opposé à ce ressort, une tige rigide porte le marteau ; l'ensemble, tige, armature et marteau, peut prendre un mouvement vibratoire autour de l'extrémité fixe. On peut noter la présence d'une masse additionnelle, le « ralentisseur », fixée, au-dessous du marteau, à l'extrémité de la tige vibrante et dont l'inertie diminue la fréquence du mouvement vibratoire de l'ensemble. Les quatre sonneries A, B, C, D, comportent des enroulements identiques, mais la force des ressorts et la masse des « ralentisseurs » sont calculées de manière à ce que la période de vibration libre de chacune soit voisine de celle du courant qui l'alimente, mais légèrement inférieure à celle-ci : il faut en effet noter que l'amplitude des oscillations est limitée par les chocs du marteau sur les timbres ; aussi l'élongation maximum correspondant à la vibration libre n'est pas atteinte et la période effective est plus courte que celle du mouvement libre. Quand on emploie pour l'appel sélectif une série de

générateurs montés comme l'indique la fig. 8, il se présente dans certaines conditions un trouble d'exploitation systématique dont voici l'origine. On peut provoquer ou entretenir le mouvement d'un système vibratoire quelconque par des impulsions dont la période est un multiple exact de celle du mouvement propre; ce principe ne s'appliquerait pas à l'action du courant alternatif sur une armature dont le mouvement serait libre, mais la limitation d'amplitude et les chocs produits par la présence des timbres empêchent la compensation des forces en jeu pendant deux quarts de période successifs; lorsqu'on se sert d'une série de générateurs, on ne peut éviter ce défaut que par des réglages soigneux et répétés des sonneries en service. D'autre part, la mise en mouvement des quatre génératrices nécessite une puissance motrice considérable; quand cette dernière est fournie par la batterie du central, l'intensité peut, dans certains cas, surpasser les conditions normales de fonctionnement de la batterie et des organes du tableau de distribution.

Si l'on pouvait trouver le moyen de s'arranger pour que les périodes des diverses génératrices ne soient pas des multiples exacts de celle de l'une d'elle, on aurait toute satisfaction dans l'emploi de ce système, ce résultat pourra sans doute être obtenu grâce à l'emploi des appareils connus sous le nom de changeurs de pôles. La

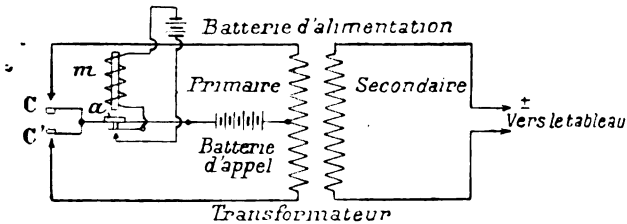


Fig. 10. — Changeur de pôles.

fig. 10 en représente le montage ordinaire. Une batterie d'alimentation, consistant généralement en deux éléments Edison-Lalande ou d'un type analogue, actionne un vibreur exactement comme une sonnerie électrique ordinaire à trembleur interrupteur. L'extrémité de la tige vibrante porte deux contacts C et C' qui sont reliés par elle à l'un des pôles d'une batterie d'appel composée d'un certain

nombre d'éléments secs et dont l'autre pôle est connecté au milieu de l'enroulement primaire d'un transformateur ; les deux extrémités de cet enroulement primaire sont terminées à deux butoirs qui limitent respectivement la course des contacts *c* et *c'* portés par l'armature vibrante. Lorsqu'on lance le courant dans l'électro-aimant, il se produit alternativement, dans le primaire du transformateur, des courants instantanés de sens inverses dont la fermeture et l'ouverture induisent dans le secondaire un courant de caractère alternatif ; le courant induit par l'ouverture du circuit formé par une des moitiés du primaire s'ajoute à celui que donne la fermeture de l'autre moitié.

La vitesse du mouvement vibratoire peut être réglée par le déplacement d'une masse formant curseur sur la tige élastique. En aménageant quatre changeurs de pôles de ce type, on produira commodément les quatre fréquences de courant nécessaires pour l'appel harmonique en évitant, sans difficulté, que les fréquences de trois d'entre elles soient des multiples exacts de celle de la quatrième.

Un tel générateur de courants d'appel présente d'ailleurs d'autres avantages, particulièrement celui d'une installation moins coûteuse et d'une dépense de fonctionnement presque négligeable.

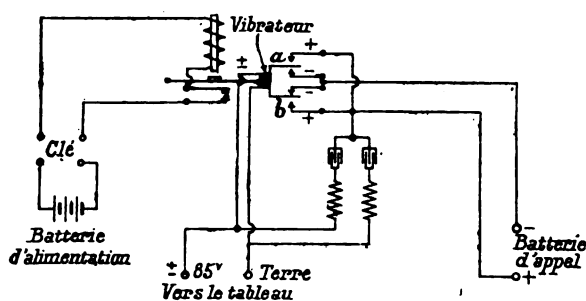


Fig. 11. — Changeur de pôle produisant du courant alternatif.

On trouve sur le marché de nombreux types de « changeurs de pôles » dont quelques-uns ne nécessitent pas l'emploi d'un transformateur. La figure 11 représente un appareil de ce genre dans lequel l'armature vibrante est terminée par deux contacts *a*, *b*, isolés l'un de l'autre. Le courant de la batterie se termine sur quatre butoirs

disposés de manière à présenter un pôle + et un pôle — de part et d'autre de chaque ressort; quand l'armature est attirée, le ressort *a* reçoit du courant positif et le ressort *b* du courant négatif. Quand l'armature s'écarte, les polarités s'inversent. Des milliers de ces machines sont employées un peu partout dans le pays et fournissent un excellent service en ne demandant que très peu d'entretien.

Le type à transformateur est moins exposé à la formation d'arcs, capables de fondre les contacts: il permet en outre de réduire le nombre d'éléments de la batterie d'appel, le voltage pouvant être élevé dans le secondaire par l'emploi d'enroulements convenables sur les bobines du transformateur.

Les deux modèles décrits précédemment ne produisent que du courant alternatif. La figure 12 représente un montage donnant en

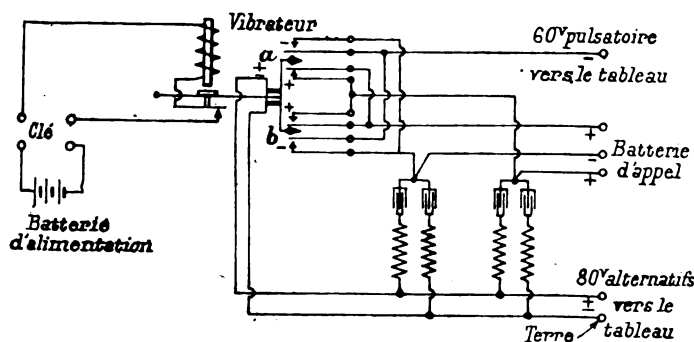


Fig. 12. — Changeur de pôles produisant des courants alternatifs et pulsatoires.

outre, à volonté, des courants pulsatoires positif ou négatif. On voit que la disposition des contacts diffère quelque peu de celle des types précédents. Voici quel est le mode de production des courants. Lorsque l'armature est attirée par l'aimant, le ressort *a* vient en contact avec le pôle — de la batterie, une onde négative est envoyée sur la borne $\pm$ du circuit de courant alternatif; au même moment une onde négative est envoyée sur la borne — du circuit de courant pulsatoire, en même temps, le ressort *b* venant en contact avec le pôle + de la batterie, celui-ci se trouve mis à la terre ainsi que la borne + du courant pulsatoire.

Quand l'armature s'écarte du noyau, le ressort *a* vient toucher le

pôle $+$ de la batterie d'appel, une onde positive est envoyée sur le pôle $\pm$ du courant alternatif qui se trouve effectivement inversé ; le pôle $-$ de batterie étant mis à la terre, tandis que sur le circuit pulsatoire, la borne $-$ se trouve mise à la terre et la borne $+$ reliée au pôle $+$ de la batterie, l'onde de courant sera de même sens que la précédente.

Un autre type intéressant de changeur de pôle a été créé pour fonctionner avec le courant alternatif employé sur les réseaux de lumière et d'énergie. En général, la fréquence de ce courant de 60 cycles par seconde nécessiterait l'emploi d'un modèle spécial de sonnerie harmonique, de fréquence 66. Dans certains cas, particulièrement pour les usines hydro-électriques, la fréquence est plus basse et le courant peut être employé directement.

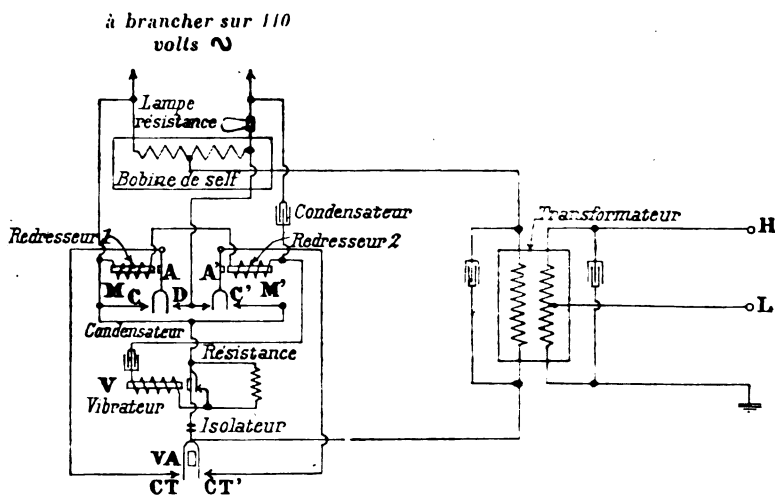


Fig. 13. — Changeur de pôles utilisant du courant alternatif.

La figure 13 donne le principe d'un changeur de pôles, construit pour fonctionner sur du courant à 60 périodes et produire un courant alternatif de basse fréquence en donnant des résultats très satisfaisants.

On met en dérivation sur les 110 volts une bobine de self et deux électro-aimants à trembleur, disposés en série l'un avec l'autre ; ces derniers ont pour effet de redresser le courant alternatif en renvoyant

sur des contacts convenablement disposés les demi-ondes successives qui le composent. Un troisième trembleur, agissant sur le courant ainsi rectifié, l'envoie alternativement dans un sens, puis dans l'autre, à travers le primaire d'un transformateur ; le circuit se ferme au point neutre de la bobine de self. Ce troisième trembleur peut être réglé de manière à produire un courant de la fréquence voulue, qui sera fidèlement répété dans le secondaire du transformateur. Un jeu de contacts supplémentaires permettra d'obtenir des courants pulsatoires positif et négatif.

On peut se servir du courant redressé produit par cet appareil pour charger des accumulateurs de faible capacité, tels que ceux en usage pour le service de tableaux commutateurs privés. Ce système évite la pose d'une canalisation de charge branchée sur la batterie centrale qui serait nécessaire en l'absence d'autre source de courant continu.

La figure 14 représente un changeur de pôle dont le principe est

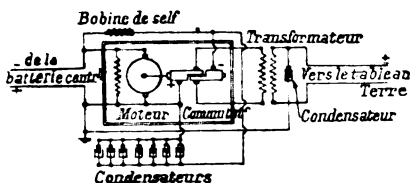


Fig. 14. — Changeur de pôles entraîné par un moteur.

entièrement différent de celui des précédents appareils. Il est basé sur l'emploi d'un moteur électrique actionné soit par le courant du secteur, soit par celui de la batterie et dont l'arbre prolongé porte deux bagues isolées, terminées par deux demi-cylindres opposés qui forment les segments d'un commutateur ; les anneaux complets reçoivent le courant des deux pôles de la batterie et deux balais qui frottent sur le commutateur recueillent un courant alternatif dont la fréquence est réglée par la vitesse de rotation du moteur. On dispose généralement ce dernier de telle manière qu'il tourne à 20 tours environ par seconde ; une batterie de condensateurs en dérivation sur les balais s'oppose à la formation d'étincelles. Ces machines sont très satisfaisantes pour les bureaux de moyenne importance ; un

grand nombre sont actuellement en service. Comme dans tous les changeurs de pôles, la forme du courant n'est pas sinusoïdale, ses augmentations et ses diminutions sont très brusques.

A l'exception des deux derniers types, les changeurs de pôle décrits précédemment sont actionnés par une batterie d'éléments secs et non par le courant de la batterie centrale. L'unique objection à l'emploi de celle-ci réside dans le bourdonnement causé par les ruptures et fermetures brusques du courant. Ce défaut, comme beaucoup d'autres de ce genre, peut être actuellement corrigé par l'emploi de bobines de self ainsi que de condensateurs. On évite ainsi l'usage incommode de batteries de piles comme source de courant d'appel : sur les 50 à 80 éléments nécessaires, il suffit qu'un seul soit défectueux ou qu'une connexion soit mauvaise pour arrêter le fonctionnement de la batterie et par suite du changeur de pôles. La dépense entraînée par l'emploi de ces piles est d'ailleurs loin d'être faible, tandis que, en se servant de la batterie centrale, la consommation de courant est pratiquement presque négligeable.

Il arrive fréquemment qu'un petit bureau doive se servir d'un appel cadencé d'un certain genre pour signaler un circuit en dérangement, par exemple lorsque ce bureau dessert des circuits interurbains. Si l'un de ceux-ci se trouve dérangé, il est utile de l'indiquer aux opératrices qui pourraient perdre leur temps à vouloir établir des communications impossibles.

Si le bureau possède une machine d'appel capable de fournir divers courants interrompus, la question se trouve résolue ; il n'en est pas de même pour les bureaux qui se servent d'un changeur de pôles. On parvient à fournir le courant interrompu nécessaire, au moyen du dispositif représenté par la figure 15 et dont le fonctionnement repose sur l'emploi des relais retardés A, C, D. Une chemise de cuivre recouvrant partiellement les noyaux de ces derniers ralentit l'établissement du courant dans leurs enroulements et par suite retarde l'attraction magnétique sur leurs armatures.

Le courant venant de la batterie passe par l'armature de gauche du relais A par le contact C_3 et va retrouver la terre en traversant le relais B ; ce dernier attire son armature qui par le contact C_1 ferme sur la terre le circuit du relais C, relié d'autre part à la batterie ;

l'armature du relais C ferme par le contact C_2 le circuit du relais D ; les armatures de ce dernier viennent sur les contacts C_6 C_7 dont le premier laisse arriver au tableau le courant vibré venant du transformateur en passant par le contact C_5 et l'armature de droite du

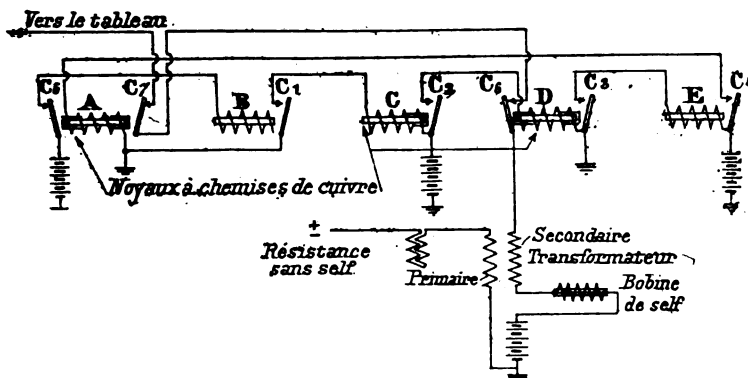


Fig. 15. — Interrupteur à batterie de relais.

relais A ; le second met à la terre le circuit du relais E fermant aussi le contact C_4 qui envoie le courant de batterie dans l'enroulement du relais A, relié d'autre part à la terre. Les contacts C_6 , C_7 s'ouvrent alors ; le premier coupe le courant dans toute la batterie des relais, le deuxième interrompt la communication du courant vibré avec le

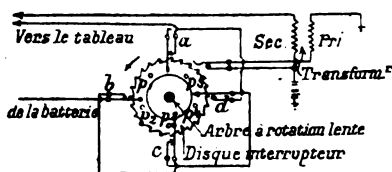


Fig. 16. — Interrupteur mécanique.

tableau. Toutes les armatures revenant au repos, le contact C_4 se trouve rétabli et la série des opérations recommence. La présence des relais retardés assure la succession régulière de celles-ci et l'on obtient ainsi le courant cadencé propre à signaler un circuit occupé ou en dérangement.

Un autre dispositif pour la production de ce courant consiste en un disque interrupteur (fig.16) qui est entraîné par un petit moteur ali-

menté par la batterie. Les pointes P_5, P_4, P_3, P_2, P_1 fixées normalement à ce disque, ouvrent les contacts établis par les ressorts a, b, c, d , par lesquels passe en série le courant vibré du changeur de pôles. La périphérie du disque est parfois munie de dents qui viennent soulever successivement le ressort du contact $S C$, causant ainsi des interruptions et rétablissements de courants suivant un rythme rapide. Si le courant vibré est acheminé par les contacts, on obtient une cadence de fréquence plus élevée.

Sur les lignes téléphoniques appropriées pour le télégraphe, il n'est pas possible d'employer les courants d'appel ordinaires qui feraient vibrer les relais télégraphiques et rendraient illisibles les signaux Morse. La fig. 17 donne le principe de « l'appel compo-

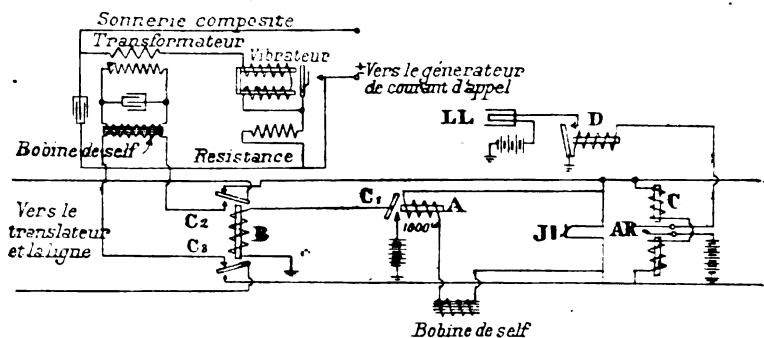


Fig. 17. — Appel composite.

site », ainsi nommé parce qu'il est en usage sur les circuits dits composites dans lesquels chaque fil d'un circuit téléphonique sert de ligne simple pour une communication télégraphique. Pour appeler sur une telle ligne, l'opératrice enfonce sa fiche dans le jack J et appuie sur la clé d'appel, ce qui envoie le courant d'appel ordinaire dans le relais A monté en série avec une bobine de self. Le relais A est construit de manière à fonctionner par l'effet du courant d'appel à basse fréquence ; il ferme alors le contact du relais C_1 , qui, lui-même, ouvre le courant de la batterie dans l'enroulement du relais B , relié d'autre part à la terre. D'autres organes non figurés sur le schéma s'opposent au passage, sur la ligne, du courant d'appel ordinaire. Le relais B ferme les contacts C_1, C_2 , qui laissent passer sur la ligne le

courant de l'« appel composite ». On produit ce dernier par le passage d'un courant alternatif ordinaire à travers un interrupteur vibrant du même genre que celui d'une sonnerie, ce courant interrompu parcourt le primaire d'un petit transformateur qui en élève la tension. Des interruptions pratiquées sur le courant alternatif, il résulte un courant de fréquence très élevée que les contacts C_1 et C_2 envoient sur la ligne. Un tel courant n'aura pas d'action sur les relais télégraphiques, qui peuvent d'ailleurs être mis en série avec des selfs et shuntés par des condensateurs ; il sera transmis moyennant des pertes minimales par les translateurs interposés sur les lignes.

Au poste d'arrivée, le courant parcourt les enroulements d'un relais, identique à celui qui est représenté en C, construit pour fonctionner sous l'action du courant de fréquence élevée ; l'armature AR, entrant en vibration, lance le courant de la batterie dans le relais D qui ferme à son tour le courant sur la lampe d'appel LL.

Le courant à haute fréquence, produit par l'appel composite, a trouvé un large domaine d'emploi sur les circuits téléphoniques des chemins de fer, où le bruit du passage des trains ou des machines étoufferait fréquemment le son d'une sonnerie ordinaire. On remplace celle-ci par un appareil tout à fait analogue à un récepteur téléphonique et muni d'un cornet acoustique formant mégaphone. Le courant à haute fréquence, lancé dans un tel organe, agit à peu près comme celui du hurleur pour produire un son strident qui attire l'attention. On a construit, d'après le même principe, une corne d'automobile en utilisant le courant de la magnéto d'allumage.

Equipement et méthodes d'organisation des bureaux

(*General Electric Review*, octobre 1918). — Au cours de mes visites dans différents bureaux et manufactures, j'ai eu la bonne fortune d'y voir en application d'habiles méthodes permettant de simplifier le travail, d'économiser le temps, de diminuer la fatigue et la peine. Quand je dis épargner le temps, diminuer la fatigue et la peine, je ne veux pas nécessairement dire le temps, la fatigue et la peine de l'employé, mais de tous. Il n'y a pas de raisons pour que des principes, qui facilitent la production dans une manufacture et per-

mettent à un homme de gagner et de produire davantage avec moins d'efforts, ne puissent être appliqués au travail des bureaux afin qu'un ingénieur, un chef, un directeur puissent assurer le même travail avec moins d'efforts ou plus de travail avec autant ou moins d'efforts que n'en exigeaient auparavant les anciennes méthodes.

Je fus frappé par le fait que beaucoup de ces systèmes sont intangibles, évasifs et difficiles à découvrir ; ceci s'applique surtout à ce qui constitue « l'atmosphère » d'un bureau : impressions d'ordre parfait, réduction de l'équipement et du mobilier au strict nécessaire.

Presque toujours, l'installation d'un bureau rappelle celle d'une manufacture et l'expert, en faisant les plans d'un bureau, peut indiquer la place de chaque meuble comme celui qui fait les plans d'une usine localise les machines à percer, les tours, etc.

Dans un bureau, comme dans une manufacture, des instruments spéciaux servent pour des opérations spéciales. La machine à additionner, le phonographe y sont tout aussi utiles que les machines et les outils dans une fabrique.

Un bureau dont l'équipement a été réduit au minimum impressionne plus l'observateur que le paquetage d'un soldat : rien n'y est inutile. Le soldat n'emporte pas avec lui des objets qui ne lui servent qu'une fois par semaine ou qu'une fois par mois, mais seulement ce qui lui est nécessaire tous les jours. La première raison, c'est qu'on lui désigne ce qu'il faut qu'il emporte ; la deuxième raison, tout aussi puissante, qui fait qu'il ne s'embarrasse pas d'objets inutiles, c'est qu'il doit porter *lui-même* le poids supplémentaire, tandis que dans le monde commercial ou industriel, c'est la *compagnie* qui supporte la charge des inutilités.

Un fonctionnaire qui recueille, conserve et tient à jour des documents qui ne doivent servir qu'une fois par an est tout aussi absurde qu'un soldat qui emporterait dans son paquetage un peignoir de bain, un tub et une paire de pantoufles de velours. Les frais occasionnés par la tenue de ces documents ne retombent pas sur ce fonctionnaire et il est, par suite, continuellement tenté de conserver de nombreux dossiers et documents, parce qu'il croit sincèrement qu'il s'en servira fréquemment, tandis qu'en fait il ne consultera que

très rarement ses archives les plus précieuses. Un ingénieur de l'une des plus grandes et des plus actives maisons de commerce du pays dit qu'anciennement il conservait un répertoire de cartes tenu soigneusement à jour qu'il croyait consulter souvent et qui coûtait approximativement à la compagnie 300 dollars (1560 francs) par an. Il s'aperçut qu'il ne s'en servait peut-être pas seulement une fois par mois et que, lorsqu'il en avait besoin, il pouvait trouver les mêmes renseignements par une autre méthode, en ne dépensant que cinq minutes de son temps. Il reconnut l'erreur de l'ancien procédé et supprima le registre.

La grande erreur de ceux qui conservent des archives, papiers, documents et dossiers inutiles est qu'ils croient, en toute sincérité d'ailleurs, devoir les consulter presque tous les jours alors que des enquêtes répétées montrent qu'ils ne les consultent pas une fois par semaine ou même une fois par mois.

Un directeur disait récemment à un visiteur : « Nous avons une place pour chaque chose indispensable, même pour votre chapeau. » Il prouva que, dans son bureau, on n'avait besoin que de quatre garçons au lieu de 23, de 4 dossiers au lieu de 22 séries de dossiers réparties en 19 endroits différents, de 7 répertoires de fiches au lieu de 25 et qu'un seul assortiment complet de publications était indispensable là où autrefois il y en avait 15 (tous ces documents étant tenus à jour, ce qui procurait du travail inutile à des employés inutiles).

On ne mentionne pas souvent cette manière d'économiser le temps des ingénieurs et des directeurs dans les livres sur l'administration et l'organisation des bureaux, du moins autant que j'ai pu m'en rendre compte. Ces livres expliquent généralement comment les chefs doivent diriger leurs subordonnés, mais l'idée de supprimer des travaux et, par là, des employés inutiles ne semble pas avoir été émise dans le domaine de la littérature commerciale.

Il y a deux manières de supprimer le travail inutile : 1° l'éliminer complètement ; 2° employer des appareils automatiques qui économisent le travail.

La réorganisation d'une grande maison de commerce eut pour résultat le renvoi à la maison principale de plusieurs charretées de

documents devenus inutiles. Le mobilier qui servait à ranger ces documents devint immédiatement superflu et son enlèvement procura de l'espace libre ; les employés qui recueillaient ces documents devinrent disponibles pour d'autres travaux.

Perfectionnements au service téléphonique privé d'une administration ou d'une maison de commerce. — Si vous téléphonez à une certaine maison de Philadelphie, presque avant que votre demande soit achevée, la téléphoniste répondra, soit : « Je vous la donne », soit « M. Wilson n'est pas là ». Cette rapidité est rendue possible par un groupe de lampes situé à côté de la téléphoniste ; il y a une lampe pour chaque employé, si la lampe est allumée l'employé est là ; si elle est éteinte, l'employé est sorti. La lampe est placée en face du nom de l'employé auquel elle est affectée. Ces 72 minuscules lampes vertes sont montées sur un tableau indicateur de 20 pouces carrés (129 cm²), fixé au niveau des yeux de la téléphoniste. Lorsqu'un employé arrive, sa lampe est allumée par le gardien de bureau qui enfonce une fiche dans le jack convenable ; quand l'employé quitte le bureau, la fiche est retirée. Un demandeur rendu sceptique par la rapidité avec laquelle la téléphoniste avait répondu à sa question, lui dit : « Comment savez-vous si vite que M. Wilson est sorti ? Vous n'avez pas eu le temps de sonner et d'obtenir une réponse ». Il conserva un doute jusqu'à ce que la jeune femme lui eût expliqué comment on réalisait ce service rapide. Dans cette salle téléphonique, il y a trois jeunes filles travaillant sur un standard à deux positions et une qui copie à la machine, chiffre et déchiffre les télégrammes. Elles sont toutes au courant des deux services et se remplacent mutuellement pour éviter la fatigue.

Il y a beaucoup d'autres inventions se rattachant au service téléphonique, qui méritent d'attirer l'attention. Dans une salle de courtiers, à Chicago, il y a 19 bureaux et 10 téléphones. Quand il arrive un appel pour un courtier absent, ses collègues ne sont pas obligés d'aller répondre à son appareil. Une jeune femme assise dans la salle de réception du directeur, derrière une cloison de verre, mais pouvant voir la salle entière, a devant elle un standard miniature sur lequel s'allume une lampe chaque fois qu'un des courtiers est appelé. Si la lumière n'est pas éteinte immédiatement,

elle sait que le courtier n'est pas à son bureau ; elle répond, renseigne le demandeur en conséquence, prend le message s'il y en a un et va même, dans quelques cas, jusqu'à fixer des rendez-vous. Elle rédige ensuite un mémorandum, qui est placé sur le bureau du courtier intéressé.

Grâce à une telle installation, l'obligation de répondre aux appels destinés à d'autres employés travaillant dans le même bureau et de supporter la sonnerie réitérée du téléphone disparaît, ce qui rend pratique le groupement de plusieurs employés dans une même grande salle.

Dans une autre salle de courtiers, les bureaux sont munis d'un petit standard qui n'exige pas beaucoup plus de place qu'un encrier. Ce standard permet à n'importe qui de répondre au téléphone à la place d'un autre. De plus, il permet de retenir un abonné du réseau et, en même temps, de converser secrètement avec un autre employé de l'établissement.

Dans une maison de Philadelphie, il y a des téléphones privés directs entre les employés de la cote et ceux qui établissent les feuillets d'inventaire indiquant le stock en magasin. Cet arrangement fait gagner beaucoup de temps aux employés de la cote, car ils peuvent s'informer rapidement des appareils qui sont en magasin.

Dans une maison de Chicago, un télautographe est installé entre le bureau des commandes et le magasin. Cette installation fut faite, non seulement pour obtenir un service rapide, mais aussi une exactitude extrême dans les expéditions précipitées. Tous les ordres transmis étant inscrits deux fois, il est très facile d'établir une responsabilité pour toutes les erreurs qui peuvent avoir été commises.

Une maison de Los Angeles fournit un service téléphonique instantané, que la personne demandée soit dans son bureau ou dans celui d'un autre. La téléphoniste, grâce aux cloisons de verre du bureau, peut voir d'un seul coup d'œil l'ensemble du bureau et, si la personne demandée rend visite à un autre employé ou est dans la salle des conférences, elle peut immédiatement l'atteindre par téléphone. La téléphoniste a aussi un tableau indiquant l'heure de sortie de chaque employé, l'heure à laquelle il promet de rentrer et dans de nombreux cas l'endroit où il se trouve.

Diminution des bruits. — Un constructeur d'automobiles de Détroit, connu dans le monde entier, exige que tous ses employés parlent à voix basse. Ceci permet l'emploi de cloisons peu élevées arrivant seulement à la hauteur du lambrissage et souvent même permet de les supprimer complètement. L'aération du bureau est ainsi améliorée et l'effet produit sur les visiteurs est plus agréable.

Les employés de cette maison en sont eux-mêmes charmés et ne voudraient reprendre l'ancien mode de conversation ; ceux qui désirent des communications téléphoniques à longue distance, pour lesquelles il peut être nécessaire de parler plus haut, sont priés de se servir d'une cabine téléphonique commodément installée à cet effet.

Une des choses les plus intéressantes d'une grande maison de New-York est l'amortissement du son remarquablement réalisé dans une des salles des courtiers et dans la salle des dactylographes où sont copiés les enregistrements phonographiques.

Dans la salle des courtiers il y a 34 bureaux, munis chacun d'un appareil téléphonique. En entrant dans cette salle, on est frappé par le calme. Le plancher est recouvert d'un linoléum et le plafond, d'un feutre acoustique.

Le bruit est une chose étrange ; il est cumulatif : si le bruit est diminué, chaque individu peut parler plus bas et être compris distinctement et, plus chaque individu parlera bas, plus le bruit général sera petit. Plus le bruit des machines à écrire, des sonneries, des téléphones, de la dictée, sera grand, plus il faudra parler fort pour être entendu ; et plus on parlera fort, plus le bruit général sera grand.

Dans cette salle des courtiers, comme il n'y a pas de bruit général, l'on peut employer dans la conversation un ton de voix très peu élevé, de sorte qu'il y règne un silence surprenant.

De même la salle des dactylographes, où cependant 24 jeunes filles tapent à la machine en même temps, est aussi calme qu'un bureau ordinaire avec deux machines seulement. Je pense que tout le monde reconnaîtra que le calme fait avec le bruit le même contraste que l'ordre fait avec la confusion et le désordre.

Une autre chose intéressante vue dans cette salle des courtiers est

un petit standard de service sans cordons ou fiches, qui sert à surveiller les 34 postes téléphoniques de la salle. Quand un courtier quitte son bureau, il en avise la téléphoniste spéciale de service à ce standard, qui tourne le commutateur placé sous son nom sur la position « sortie »; si ce courtier est appelé par téléphone, la sonnerie de son appareil ne fonctionnera pas mais une lampe s'allumera sur le standard au-dessus de son nom. La téléphoniste informera le



Fig. 1.

Les 24 dactylographes qui travaillent dans cette salle d'un important bureau de New-York apprécient hautement le plafond feutré, qui élimine les bruits et facilite l'utilisation du phonographe pour la lecture des correspondances enregistrées sur les disques et à dactylographier.

demandeur que le demandé est sorti, prendra le message, fera un memorandum, etc.

Le service téléphonique de cette maison de New-York est encore doté d'une installation particulièrement précieuse lorsque des demandes provenant de l'extérieur nécessitent une réponse immédiate. Deux circuits séparés vont, du standard, à un commutateur à deux directions placé sous le bureau de chaque courtier et d'une atteinte facile. Cette installation permet à la personne déjà en communication de conserver sur la ligne son correspondant du dehors et d'appeler

avec le même appareil le magasin ou tout autre service soit à l'intérieur, soit à l'extérieur du bureau, d'obtenir le renseignement demandé et de pouvoir le communiquer ensuite au demandeur,

Service du courrier. — Dans cette maison de New-York, la salle où se manipule le courrier est un modèle. Le personnel de ce service arrive à 8 heures du matin et, à 8 h. 45, 3000 lettres sont déjà classées dans leurs casiers respectifs et presque toutes ouvertes, les lettres personnelles seules n'étant pas décachetées ; elles sont toutes timbrées : jour, heure et minute de réception.

Cette installation comporte quatre caractéristiques principales.

Premièrement, une machine à ouvrir les enveloppes, mue par un moteur, et qui fait réaliser journellement une économie de 3 heures. Le fabricant prétend que cet appareil ouvre 350 enveloppes par minute ; à l'essai il en ouvrit 97 en 17 secondes. Il sert depuis un an et la lame n'a jamais été aiguisée. Sa construction offre toute sécurité et sa manœuvre n'est pas dangereuse. Cette petite machine est placée à l'une des extrémités d'une élégante table en acier recouverte d'un linoléum et bordée, tout autour, avec une lame de cuivre. Au milieu de la table se trouve le détecteur d'enveloppes vides, (seconde caractéristique de l'installation), au moyen duquel l'employé peut s'assurer d'un coup d'œil que l'enveloppe est vide. C'est un morceau de verre monté sur le sommet de la table et sous lequel est placée une lampe électrique. Plusieurs milliers d'enveloppes passent une à une au-dessus de cette plaque de verre avant d'être jetées.

La troisième caractéristique est la machine à timbrer et à dater actionnée électriquement. L'heure de l'ouverture du courrier est indiquée sans que la lettre quitte la table ; le jour, l'heure et la minute s'inscrivent automatiquement.

Des étagères en acier, contenant les compartiments destinés à recevoir le courrier, forment le quatrième élément intéressant de cette salle modèle.

Ces casiers sont divisés en quatre parties :

- A. 64 casiers pour les plus gros clients.
- B. 80 casiers pour les bureaux et les manufactures de la compagnie.

C. 96 casiers pour le courrier intérieur de la maison de New-York.

D. 24 casiers disposés alphabétiquement pour grouper les lettres dans les mêmes enveloppes et celles des clients qui ne sont pas assez importants pour justifier un grand casier de la série A.

Afin d'évaluer l'économie de timbres réalisée en groupant plusieurs lettres dans la même enveloppe, on fit un relevé soigneux de tous les affranchissements pendant une période de six jours : trois jours avec l'ancien procédé et trois jours avec le nouveau ; ce relevé accusa une importante économie pour la seconde période.

Le courrier pour l'intérieur est manipulé d'une très habile façon ; le garçon le distribue en même temps qu'il le ramasse et fait le tri en cours de route. Ceci donne un service direct, avec des tournées toutes les heures ; on supprime ainsi de nombreux déplacements et appels téléphoniques. Ce système accélère beaucoup la distribution du courrier, car il n'est pas nécessaire de le rassembler en un point central.

Pour économiser des enveloppes et des timbres, le tri du courrier intérieur et de la manufacture a été étendu au tri du courrier des plus gros clients dont les lettres sont groupées avant d'être mises sous enveloppes.

En examinant le contenu d'un des compartiments, on vit que 6 lettres adressées ce jour-là à une même maison étaient expédiées dans une enveloppe avec un port de 6 cents, tandis que si elles avaient été envoyées séparément il aurait fallu payer 18 cents et employer 6 enveloppes. Ces enveloppes pour ces gros clients sont faites à la machine à adresser.

Dans une manufacture de Cleveland on se sert d'une enveloppe pour le courrier local mesurant 4 pouces $3/4 \times 10 \frac{1}{2}$ (0 m. 12 $\times$ 0 m. 26) ; elle est faite de papier manille plutôt raide et porte, de chaque côté, des lignes pour 26 adresses différentes ; elle peut donc servir approximativement 52 fois, à moins qu'elle ne soit usée avant. Cette enveloppe est percée de 4 trous de $7/16$ de pouce (11 mm.) afin que l'on puisse voir d'un seul coup d'œil si elle est vide, économisant ainsi le temps, les fournitures et évitant les erreurs.

La lettre de service. — La lettre de service est une sorte de for-

mule imprimée, qui a été imaginée dans une maison de Chicago et à laquelle je prédis un très grand emploi dans l'avenir.

Nous avons tous reçu des lettres comme la suivante :

Cher Monsieur,

Me rapportant à votre lettre du 18 du mois dernier, je réponds comme suit à vos questions :

- 1° 24.000 ;
- 2° $8 \frac{1}{2}$;
- 3° $19 \frac{1}{2}$ pour cent pour 1917 ;
- 4° non ;
- 5° non ;
- 6° oui.

Votre dévoué.

L'ennui est que je suis alors obligé de rechercher la copie de ma lettre à cette personne, du mois dernier, de voir quelles questions je lui avais posées, tandis qu'avec la lettre de service, une copie de ma lettre, avec les questions qu'elle contenait, obtenue au papier carbone, se trouve au dos de la réponse que je reçois. La feuille de papier est pliée par le milieu et le papier carbone est placé entre. En recevant ma réponse, je reçois également une feuille portant une formule imprimée et une copie de ma lettre initiale ; ces pièces me serviront pour la réponse définitive. Grâce à cette manière de procéder, on réduit considérablement la papeterie nécessaire pour une correspondance, puisque le papier est utilisé des deux côtés.

La lettre de service a encore un autre grand avantage : ceux qui l'emploient prennent l'habitude d'écrire en style télégraphique, c'est-à-dire d'employer des mots courts et des phrases courtes en omettant tous les mots inutiles, ce qui encourage les lettres et les réponses brèves.

Envois mixtes. — La Compagnie des États du Pacifique a reconnu qu'il est souvent avantageux pour le client de recevoir les bulletins en même temps que les lettres qui les accompagnent. Le service de la correspondance de cette compagnie est arrivé à ce résultat en collant l'enveloppe contenant la lettre à l'extérieur de l'enveloppe du

bulletin. L'enveloppe de la lettre est affranchie au tarif des lettres, celle du bulletin au tarif des imprimés, et la compagnie se conforme de cette manière aux règlements postaux.

Le phonographe commercial. — Le grand besoin actuel de sténographes a eu pour résultat d'étendre l'emploi du phonographe à l'enregistrement des dictées. Sans aucun doute, dans la plupart des maisons de commerce la plus grande partie de la correspondance peut être dictée avec succès au moyen du phonographe ; son adoption est un grand pas vers l'élimination des bruits et elle diminue l'encombrement des bureaux.

Dans une grande manufacture, 385 phonographes sont répartis dans 7 services. On ne connaît pas exactement l'emplacement économisé par leur emploi, mais on peut l'évaluer à 15 pour cent du bâtiment total, ce qui équivaut à 1 ou 2 étages supplémentaires dans un grand immeuble commercial moderne.

L'utilité du phonographe dépend beaucoup du temps qui s'écoule entre la dictée et la réception de la transcription à la machine. Dans quelques bureaux cette attente est de 2 heures, elle est même quelquefois réduite à 1 heure 1/2.

Le professeur Hollingsworth, de l'Université de Colombia, a fait une étude sur la concentration mentale de la part des personnes qui dictent et les résultats montrent que les êtres humains, et par conséquent les sténographes, troublent la concentration plus que tout autre objet. On peut donc espérer une meilleure forme de composition et un plus grand degré d'exactitude avec la dictée par phonographe. L'élimination du bruit fait par plusieurs machines à écrire fonctionnant dans une seule pièce facilite aussi ce résultat. Même dans la salle de copie, le bruit peut être grandement réduit, en amortissant le son des machines. Dans une grande maison de Chicago, où le plafond est recouvert d'un matériel amortisseur du son, 24 machines à écrire font moins de bruit que 6 machines dans une salle ordinaire.

Au point de vue économique, je puis mentionner que le vérificateur d'une maison de Chicago affirme qu'en un an le phonographe commercial a économisé dans ce bureau plus de 20.000 dollars (104.000 fr.) de salaires de dactylographes. Le prix d'un appareil

Ann. des P., T. et T., 1919-I (8^e année).

ordinaire est peu élevé et il n'occupe sur le plancher ou sur le bureau qu'un emplacement de 1 pied carré $1/4$ ($11 \text{ dm}^2 61$).

Ameublement. — Jusqu'en ces derniers temps, on a cru qu'il y avait très peu de choix possible dans l'ameublement d'un bureau et qu'une table, un bureau et une chaise en constituaient les principaux éléments; on y ajoutait fréquemment une bibliothèque. En réalité on dispose aujourd'hui d'une grande variété de types de mobiliers, dont chacun est plus exactement adapté aux besoins spéciaux d'un genre particulier de bureaux, tout comme, dans une usine, des machines-outils spéciales sont nécessaires pour certains travaux.

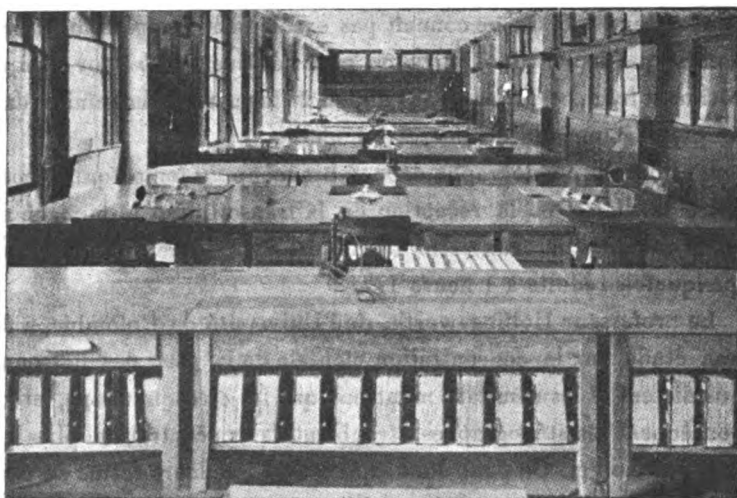


Fig. 2.

Intéressant aménagement du Service des prix de revient dans les bureaux d'une importante usine à Schenectady.

Les tables et les bureaux alternent de sorte qu'en faisant tourner sur place leurs chaises rotatives, les employés peuvent accéder facilement aux nombreux livres, aux importants casiers à fiches et au poste téléphonique qu'ils ont autour d'eux.

Une maison de New-York, qui emménagea récemment dans l'Equitable Building et renouvela son mobilier, apporta un grand soin dans le choix des nouveaux meubles, bureaux, chaises, etc. Elle adopta un type unique pour les employés aux écritures et pour les dactylographes.

Le type adopté est recouvert de linoléum et a quatre pieds ; ces bureaux sont plus commodes que les anciens bureaux à 8 pieds et on risque moins de se cogner les pieds en remuant.

Toutes les personnes qui ont un bureau recouvert de linoléum en sont satisfaites ; c'est une belle surface unie, et comme disait un employé : « Vous pourriez renverser 1/2 litre d'encre sur votre bureau, l'y laisser pendant un mois et l'enlever ensuite facilement ».

Le bureau plat est généralement adopté. On a tendance à prendre des bureaux plus petits qu'auparavant et avec moins de tiroirs, on commence même à préférer les tables aux bureaux.

Avec la diminution des tiroirs et l'adoption du bureau plat l'employé est considérablement aidé en ayant une place pour chaque chose.

Voici quelques particularités intéressantes de cette maison de New-York. Dans le bureau des dactylographes, il y a un plateau qui coulisse sur deux glissières dans un tiroir et sur lequel elles mettent les épingles, les attaches, les gommes et les crayons. Deux compartiments dans le même tiroir contiennent les enveloppes et les objets personnels. La papeterie, le papier carbone usagé, le papier carbone neuf, les imprimés en blanc, etc. ont aussi chacun une place bien déterminée. Les bureaux des dactylographes n'ont que 4 pieds ; les machines sont placées un peu plus bas que le niveau du bureau et sont recouvertes à la fin de chaque journée d'une enveloppe caoutchoutée.

Une grande compagnie d'assurances de Hartford employait anciennement des bureaux de 60 pouces sur 36 (1 m. 50 $\times$ 0 m. 90) avec 8 pieds et 7 tiroirs ; elle emploie maintenant des bureaux de 50 pouces sur 30 (1 m. 26 $\times$ 0 m. 75) n'ayant que 4 pieds et 3 tiroirs. Cette réduction de la capacité d'un bureau empêche l'accumulation, dans les bureaux, de documents personnels ou de correspondances qui sont réellement la propriété de la compagnie et devraient être classés séparément. Une grande compagnie a organisé un comité de « nettoyage » qui, à des intervalles irréguliers, visite les bureaux et sort tous les papiers qui ne sont pas personnels. Cela incite le propriétaire à perdre l'habitude de conserver dans son bureau des papiers de la compagnie.

Les experts en mobilier croient que la table qui accompagne sou-

vent le bureau pourrait généralement être supprimée souvent à l'avantage de l'employé. L'argument que les papiers privés ne doivent pas être vus par les visiteurs est valable, mais on pourrait prendre une habitude simple qui obvierait à cet inconvénient. Après avoir lu les lettres, on peut soit y répondre immédiatement et les mettre dans la corbeille pour les classer, soit conserver celles qui

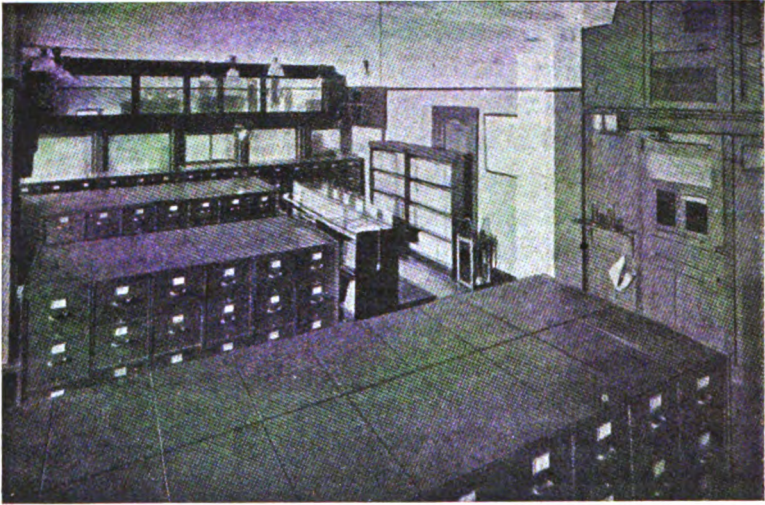


Fig. 3.

Une salle d'archives modèle dans un bureau de Philadelphie.

Les archives sont contenues dans les tiroirs à glissières de meubles en tôle de 1 m. 50 de hauteur environ, ce qui constitue une excellente mesure contre l'incendie et contre l'accumulation des poussières.

Le guichet sur la droite permet de communiquer avec les clients du hall en quête de renseignements.

nécessitent une enquête en ayant soin de les retourner. On a remarqué qu'un employé qui conserve pêle-mêle sur son bureau une grande quantité de documents perd du temps à rechercher ce dont il a besoin. S'il rangeait son bureau avec méthode, séparant les affaires réclamant une suite immédiate de celles qui attendent un renseignement, ces dernières pourraient être placées dans le tiroir-classeur de lettres du bureau, il en résulterait une amélioration non seulement de son travail, mais aussi de l'aspect de son bureau et une augmentation de sa concentration mentale.

Un bureau modèle n'a pas besoin d'être installé dans un immeuble moderne. Le Witherspoon Building de Philadelphie a été construit en 1896-97 et le Monadnock Building de Chicago a été construit à la même époque, peut-être même un an ou deux avant, et dans ces deux immeubles logent de splendides bureaux.

Actuellement la caractéristique d'un bureau modèle réside dans la réduction du mobilier plutôt que dans son accumulation. Avec l'introduction du phonographe, nous supprimons automatiquement une table, une chaise et une sténographe, un certain nombre d'armoires et le meuble d'archives, les archives devenant un service central pour tout l'établissement.

De plus l'élimination des documents personnels entraîne l'abandon de la bibliothèque individuelle. Le bureau à sommet plat élimine le casier. L'habitude de débarrasser ces bureaux à la fin de la journée supprime les piles de papiers, de livres et de correspondances, et le bon sens élimine les revues populaires, les livres personnels, les journaux et autres objets inutiles.

J'ai dit plus haut que ce qui constitue l'atmosphère d'un bureau est souvent impalpable et difficile à découvrir. Pour obtenir l'extrême propreté, ordre et simplicité d'un bureau, les annuaires et les bottins sont quelquefois posés sous les tables où ils sont invisibles tout en restant faciles à atteindre. Sous les bureaux des courtiers, dans une maison de Philadelphie, il y a un petit crochet pour pendre les manuels et autres documents ; sous d'autres bureaux, il y a une bande de bois mince qui sert d'étagère à livres ; elle est entièrement invisible à moins que les yeux ne soient au niveau du siège de la chaise et les livres sont à portée de la main.

Le bureau-casier est un bureau spécial pour faciliter l'emploi et la manipulation de fiches ou de cartes.

Ce bureau-casier devient d'un usage général dans les offices métropolitains ; il est tout à fait avantageux là où des cartes, grandes ou petites, doivent être consultées ou annotées fréquemment.

Dans le bureau des commandes d'une maison de Chicago il y a un tourniquet sur un bureau occupé par trois employés. Sur ce tourniquet il y a 22 fichiers, de sorte qu'en le faisant tourner chaque employé peut les consulter sans quitter son siège. Dans un établis-

sement de crédit de Philadelphie, il y a un tourniquet avec 6 tiroirs contenant les fiches, de sorte que deux employés assis en face l'un de l'autre peuvent les consulter ensemble.

On économise beaucoup de temps en mettant les timbres en

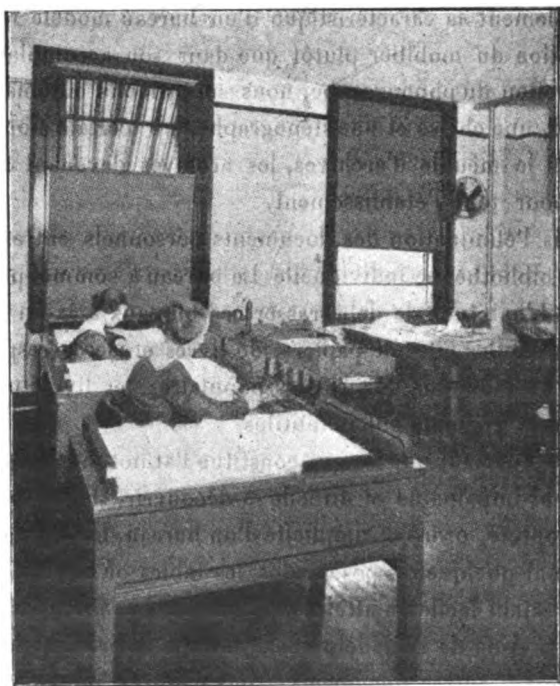


Fig. 4.

Le bureau-casier, permettant à un employé de consulter de sa place un très grand nombre de fiches sur lesquelles toutes sortes de renseignements sont résumés.

caoutchouc dans un râtelier plutôt qu'en vrac dans un tiroir : on évite ainsi les pertes de temps dues à l'ouverture et à la fermeture des tiroirs et au tri fait dans un tas de timbres pleins d'encre avant de trouver celui dont on a besoin.

Publications. — Dans une maison de Boston, il y a une bibliothèque et une salle de publications bien installées et bien meublées. Les journaux techniques les plus importants sont rangés dans des casiers et les manuels, les procès-verbaux des sociétés d'ingénieurs

et les publications de toute nature sont convenablement rangés dans des bibliothèques ou dans des armoires le long des murs.

Visites. — Toutes les grandes organisations ont combattu les visites entre employés et quelques-unes ont résolu la question une fois pour toutes en les interdisant complètement.

On doit rappeler que ces visites nuisent à la fois :

1° aux visiteurs ;

2° aux employés visités ;

3° aux autres employés de la salle que l'on peut appeler les spectateurs innocents, et qui sont dérangés par les conversations.

En général quand un employé entre dans un nouveau service ses intentions sont des meilleures et il (ou elle) se propose de remplir honnêtement ses nouvelles fonctions. Cependant, au bout d'un certain temps, sous un prétexte ou un autre, les visites commencent. Les autorités compétentes prétendent que le plus fautif n'est pas l'employé mais le chef de bureau de cet employé. On devrait sérieusement combattre ces visites, ne serait-ce que pour le temps perdu par les autres employés du bureau qui, malgré eux, sont obligés d'écouter la conversation.

Inspection des poteaux (*The Telephone Bulletin*, août 1918). —

Dans l'État de Connecticut, territoire de la *Southern New England Telephone Company*, il n'y a guère que des poteaux en châtaignier ; ce bois, comme presque tous les autres, est sujet à différentes maladies. La partie du poteau qui est enterrée est dégradée par la croissance de champignons et autres plantes microscopiques. Les champignons ont besoin d'air, de chaleur et d'humidité pour pousser, mais l'humidité surtout est absolument nécessaire à leur développement. La terre étant humide, c'est au niveau du sol ou en dessous de ce niveau que la détérioration se produit. Elle ne dépasse pas une profondeur de 2 à 3 pieds (0 m. 60 à 0 m. 90) au-dessous du niveau du sol, car à partir de cette profondeur l'air est pratiquement exclu.

Les poteaux sont aussi attaqués par des insectes tels que les « rongeurs de poteaux » et les fourmis. Ces deux espèces d'insectes percent les poteaux au voisinage de la surface du sol et creusent des mines dans les poteaux. Les attaques des rongeurs de poteaux sont

très rares dans Connecticut, par contre presque tous les poteaux portent des traces des attaques des fourmis, mais elles causent rarement de sérieux dégâts. A côté des dommages que les poteaux subissent dans la terre, ils présentent au-dessus du sol d'autres défauts tels que le « cœur creux », les trous faits par les piverts, les fissures, les nœuds pourris, les traces de brûlures, etc.

Si l'on ne possède pas des connaissances techniques très complètes, il est difficile de déterminer le point faible d'un poteau planté et le degré de détérioration qui le rendra dangereux. Dans presque tous les poteaux, la plus faible section se trouve aux points voisins de la ligne d'encastrement dans le sol. Par conséquent, s'il reste au pied suffisamment de bois sain, le poteau est encore bon. Les ingénieurs des Compagnies téléphoniques ont publié, sous forme de tableaux chiffrés, les dimensions du bois sain nécessaire pour la sécurité des lignes de différentes capacités et pour chaque espèce de poteaux employés. En se reportant à ces tableaux, l'inspecteur des lignes peut déterminer si un poteau doit être remplacé ou conservé sur place.

Tous les poteaux de l'État sont numérotés; leur liste complète est tenue à jour par le service du matériel. Les livres d'enregistrement des poteaux se composent de feuillets détachés et indiquent avec un grand nombre de renseignements l'âge des poteaux, les dates des inspections faites et l'époque à laquelle elles doivent avoir lieu. Quand une inspection doit être faite, on envoie simplement à l'inspecteur des poteaux une feuille du livre indiquant la date. L'expérience montre que la première inspection des poteaux en châtaignier devrait être faite 10 ou 12 ans après leur pose et les inspections suivantes tous les trois ans.

La méthode primitive d'inspection des poteaux consistait à creuser légèrement la terre autour du pied et à le sonder avec une barre pointue pour constater le degré de pourriture. Cette méthode amenait le remplacement de nombreux poteaux avant que cela soit nécessaire. En d'autres mots, l'inspecteur invoquait la sécurité de la ligne, mais c'était plutôt parce qu'il ne tenait pas à passer à côté de poteaux qui étaient tant soit peu dangereux. Tandis que cette méthode donnait d'excellents résultats en ce sens qu'elle introduisait beaucoup de poteaux neufs dans les lignes, elle n'était pas suffisamment éco-

nomique à une époque comme celle-ci où la conservation du matériel est un mot d'ordre. Elle avait, de plus, un autre inconvénient : tous les petits trous faits par la pointe de la barre étaient attaqués par les champignons et formaient dans le pied du poteau des poches propices à la décomposition.

La méthode d'inspection employée actuellement nécessite les services d'un chef d'équipe et de deux hommes, l'un de ces derniers doit savoir grimper. Un des hommes enlève le gazon et la terre tout autour du pied du poteau, le deuxième coupe le bois mort et mesure la circonférence du poteau au-dessus du sol et celle de la partie grattée. Le chef d'équipe inscrit toutes les indications sur la formule réservée à cet effet. Ensuite le poteau est essayé au son pour voir s'il a le « cœur creux » et l'un des ouvriers grimpe pour examiner les défauts signalés précédemment.

On se sert d'une pioche pour enlever le gazon et les pierres autour du pied du poteau. A notre avis, cet outil est préférable à la pelle, à cause des difficultés que l'on éprouve avec cette dernière pour faire sauter les racines, le gazon et les petits galets employés pour fixer le poteau en terre. La pioche élimine ces difficultés car la partie tranchante coupe le gazon et les racines, par sa forme elle constitue un levier puissant qui permet d'enlever rapidement et facilement les galets de grande dimension. Il est bon de faire remarquer ici que l'emploi de grosses pierres près de la surface du sol est très mauvais. Les pierres peuvent laisser des espaces vides au-dessous d'elles ; ces trous se remplissent d'eau et permettent à l'air de circuler, ce qui occasionne la pourriture rapide du pied du poteau. Nous conseillons de ne pas mettre de pierres près du poteau au-dessus d'une profondeur de 18 pouces (45 cm.).

On se sert d'un ciseau dont la face a trois pouces de large (7 cm. 5) et le manche 2 pieds 1/2 (75 cm.) de long pour enlever tout le bois mort sur le pied du poteau. Précédemment, on employait une hache mais nous estimons que le ciseau est préférable. Il enlève facilement et rapidement le bois mort, laisse une surface lisse et dure, tout en ne coupant que le minimum possible de bois sain. Ce résultat ne peut être obtenu avec la hache, car elle laisse des coupures et des fentes à la surface du bois sain, ce qui permet à la pourriture de se former à

nouveau. Le ciseau est aussi utile pour vider les poches formées par la pourriture.

Avec la pioche et le ciseau, on peut visiter une centaine de poteaux par jour, tandis qu'avec la pelle et la hache on n'en inspectait au maximum que soixante-quinze par jour.

Courants non amortis dans les « superconducteurs »

(Extrait de *The Electrician*, 15 novembre 1918). — La *Schweizerische Electrotechnische Zeitschrift* publie un compte rendu intéressant de quelques expériences remarquables effectuées par le Professeur H. Kammerlingh Onnes à l'Université de Leyde. On sait que, dans les conditions habituelles, un courant électrique est nécessairement amorti : c'est ainsi que les oscillations électriques engendrées dans un circuit résonant s'affaiblissent et disparaissent au bout de peu de temps, à moins qu'on ne dispose d'une source continue d'énergie oscillante. De tels circuits possèdent en effet toujours un peu de résistance, d'où résulte l'amortissement.

Cependant le professeur Kammerlingh Onnes a réussi à constituer ce qu'il appelle un « super-conducteur », c'est-à-dire un conducteur sans résistance appréciable, en portant des métaux usuels à des températures extrêmement basses. Si l'on admet l'existence de tels conducteurs, on conçoit qu'il soit possible d'entretenir un courant continu sans force électromotrice appréciable. On avait déduit, de considérations purement théoriques, que la résistivité du mercure devait être absolument négligeable et impossible à mesurer à la température de 2 degrés absolus (— 271° centigrades). Des expériences ont montré que, à une température un peu moins basse (exactement à 4,19° absolus), la résistivité tombait subitement à une valeur si petite qu'elle échappait déjà aux mesures. Ce point critique de 4,19° abs. marque, pour le mercure, le passage de la conductibilité normale à la superconductibilité. Lorsque la température s'abaisse au-dessous de ce point, il est possible de faire passer, à travers un conducteur de un mètre de long, un courant dont la densité est de 1.000 ampères par millimètre carré, sans qu'il en résulte une différence de potentiels appréciable entre les extrémités de ce conducteur.

La superconductibilité ne dépend pas seulement de la tempéra-

ture, mais elle exige aussi qu'on ne dépasse pas une certaine densité de courant critique. Si, à température constante, l'on fait croître cette densité de courant au delà de la valeur critique, il se produit une quantité de chaleur appréciable, d'où résulte un accroissement de résistance et l'apparition subite d'une différence de potentiels entre les deux extrémités du conducteur : en d'autres termes, les conditions de conductibilité ordinaire reparaissent.

Pour une température légèrement au-dessous de la température critique, la densité de courant maximum compatible avec la superconductibilité est très petite, mais, en refroidissant davantage le conducteur, on peut accroître dans de très grandes proportions cette densité de courant maximum.

Un circuit fermé super-conducteur permet de démontrer expérimentalement les propriétés théoriques d'un circuit sans résistance. Dans ces expériences, il est préférable d'employer un métal électriquement plus stable que le mercure, par exemple l'étain, dont la température critique est $3^{\circ} 8$ absolus, ou le plomb, dont la température critique est 6° absolus. Un des résultats les plus intéressants que de tels superconducteurs permettent de réaliser est la production d'un champ magnétique d'intensité énorme. Jusqu'à maintenant il a été impossible de dépasser la valeur de 60.000 gauss à cause de l'échauffement considérable qu'entraînait la production de tels champs magnétiques au moyen de conducteurs ordinaires. Le professeur Onnes, en utilisant une spirale de fil de plomb de 0,1 mm. de diamètre comportant 1 000 tours et un entrefer de 1 cm. de diamètre et de 1 cm. de longueur, obtint un champ magnétique de 100 000 gauss dans l'air, en ne consommant qu'une énergie électrique de 1 joule. C'est au cours de cette expérience qu'un nouveau phénomène apparut, à savoir l'existence d'une certaine intensité de champ magnétique critique au delà de laquelle la résistance du conducteur croît brusquement, tandis que de la chaleur se dégage. Plus on abaisse la température au-dessous de la température critique de superconductibilité et plus on peut accroître la valeur de cette intensité critique de champ magnétique.

Dans une expérience ultérieure, on souda les deux bouts de la spirale de plomb au chalumeau oxyhydrique : on plongea cette spirale

dans de l'hélium liquide (température de $1^{\circ}8$ absolu ou $-271^{\circ}2$ centigrades) et on la plaça dans un champ magnétique stable et uniforme d'une intensité de 200 gauss. En supprimant subitement ce champ, on engendra, par induction, un courant continu dans la spirale de plomb : l'existence de ce courant était prouvée par le fait qu'en faisant tourner la spirale autour d'un axe vertical, on faisait dévier une aiguille aimantée placée dans le voisinage. En comparant cette déviation de l'aiguille à celle produite par une bobine ordinaire à la température de la salle substituée à la spirale de plomb refroidie, on put se rendre compte que le courant induit dans la spirale de plomb par la disparition du champ magnétique avait une intensité de 0,4 à 0,6 ampères. On put, par les mêmes procédés, mesurer l'amortissement de ce courant sous l'influence de la « micro-résistance résiduelle » du superconducteur et l'on trouva que cet amortissement n'entraînait qu'une diminution de courant de 1 % par heure. Par conséquent, on peut, en supprimant un champ magnétique de 200 gauss autour d'une spirale de plomb plongée dans l'hélium liquide, engendrer dans cette spirale un courant continu d'une valeur initiale de 0,6 à 0,4 ampères et capable de durer plusieurs jours en ne s'amortissant que d'une manière extrêmement lente. Si l'on retire la spirale de l'hélium liquide et qu'on lui permette ainsi de s'échauffer au contact de l'air ambiant, ce courant s'évanouit presque instantanément. Une telle spirale, qui dans les conditions habituelles, à la température de la salle d'expériences, a une résistance de 736 ohms, n'a plus, quand elle est plongée dans l'hélium liquide, qu'une micro-résistance résiduelle d'un vingt-billionième d'ohm.

Enfin une dernière expérience fut réalisée pour mettre en lumière la façon dont se comporte un superconducteur dans lequel on cherche à engendrer une force électromotrice alternative. On établit brusquement et on supprima presque aussitôt autour de la spirale de plomb un champ magnétique puissant (d'une intensité correspondant à un courant induit à peu près double du courant critique). L'établissement du champ produisit un courant induit qui tomba rapidement à la valeur critique ; la suppression du champ, qui vraisemblablement devait induire un courant de sens inverse d'une intensité égale à deux fois le courant critique, fit disparaître le premier cou-

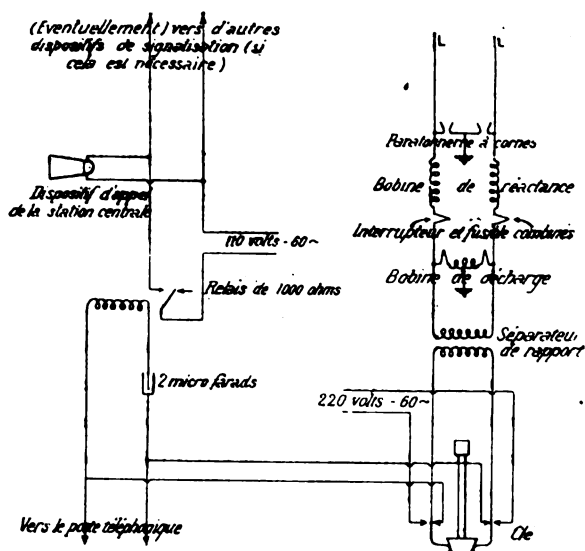
rant induit et laissa subsister, dans la spirale de plomb, un courant final ayant un sens opposé au premier et ayant l'intensité critique. Avec des champs magnétiques encore plus puissants, on obtint des résultats analogues. Avec des champs magnétiques inférieurs à la valeur critique, on constata que les deux inductions provenant de l'établissement et de la suppression du champ se détruisaient et qu'il ne subsistait dans la spirale de plomb qu'un courant résiduel extrêmement faible.

Toutes ces expériences sont en complet accord avec la théorie des conducteurs sans résistance ou des superconducteurs et illustrent la théorie du mécanisme sans frottement de Maxwell, laquelle peut être maintenant fondue avec la théorie des électrons. Lorsque le courant électrique consiste simplement dans un flux d'électrons, entre les molécules d'un conducteur, sans qu'aucun choc se produise, on a affaire à un phénomène sans frottement et les conditions de superconductibilité sont réalisées : les électrons, une fois en mouvement, parcourent indéfiniment un circuit fermé sans qu'il soit besoin d'une force électromotrice, de même que, dans la théorie de la matière de Maxwell, des anneaux tournent sur eux-mêmes perpétuellement. Mais si l'on introduit, dans le circuit, la moindre résistance électrique (tout à fait comparable au frottement mécanique), ce « mouvement perpétuel » s'arrête plus ou moins vite.

Protection d'un circuit téléphonique construit sur les mêmes poteaux qu'une ligne à haute tension de 40 000 volts (*Electrical World*, 24 août 1918). — L'*Otter Tail Power Company* de Fergus Falls, Minn., emploie sur sa ligne téléphonique privée (56 km.) le montage indiqué par le schéma ci-après, pour éliminer les troubles produits par une ligne d'énergie à 40 000 volts située sur les mêmes poteaux que les fils téléphoniques et à 1 m. 50 seulement au-dessus d'eux.

On avait bien évité une grande partie des perturbations en utilisant des bobines de décharge et en croisant le fil téléphonique tous les quatre poteaux, mais le nouveau système comporte l'emploi d'une clé qui commande l'envoi du courant de signalisation venant d'une source à 220 volts 60 périodes. La compagnie avait éprouvé

tout d'abord de nombreuses difficultés pour transmettre les appels sur le circuit téléphonique avec une magnéto, l'énergie n'était pas suffisante pour produire des signaux assez puissants dans la station centrale correspondante qui est très bruyante. On remar-



quera que, dans le schéma actuel, la clé d'appel coupe l'appareil téléphonique local.

Pour recevoir les appels, on a installé dans chaque station un relais à combinaisons de 1 000 ohms montés en série avec un condensateur de 2 mfd. Ce relais, à son tour, ferme un circuit de 110 volts 60 périodes, actionnant les dispositifs d'appel. Plusieurs dispositifs d'appel peuvent être reliés à la source à 110 volts si on le désire.

INFORMATIONS ET VARIÉTÉS

Encaissements au moyen de cartes-récépissés. —

Depuis le 20 janvier dernier, les titulaires de comptes de chèques postaux, en Belgique, ont la faculté de faire présenter, à domicile, par la poste, des bulletins de versement ne dépassant pas 1.000 francs.

La formule utilisée comporte une carte-récépissé qui est remise par le facteur, à la partie versante, contre paiement du montant indiqué, aux filets, sur les deux parties de la formule.

Une communication particulière peut être portée gratuitement au verso de la carte et du coupon. La taxe afférente aux bulletins de versement avec carte-récépissé est fixée à 0 fr. 20 par bulletin. Cette taxe est acquittée d'avance par le déposant, en timbres-poste apposés sur la carte-récépissé. Il en est de même du supplément de taxe pour la présentation de la carte-récépissé par exprès.

Les formules de bulletin de versement avec carte-récépissé sont vendues par le Bureau des Chèques postaux de Bruxelles, au prix de 0 fr. 50 les cinquante. Les bulletins de versement ne sont présentés qu'une seule fois au domicile indiqué ; en cas de refus, les cartes-récépissés sont renvoyées à l'expéditeur. Les bons de poste, les assignations, les mandats intérieurs et internationaux peuvent être acceptés en paiement.

Ce nouveau mode d'encaissement sera certainement très apprécié du public, à cause des avantages qu'il présente : modicité de la taxe ; célérité des opérations tant en ce qui concerne le renvoi des titres impayés qu'au point de vue de la transmission de l'extrait de compte indiquant les sommes recouvrées ; faculté de porter, gratuitement, une communication particulière au verso de la carte et du coupon.

Traitement des ingénieurs du Post Office australien.

— M. Higgins a rendu récemment à la cour de conciliation et d'arbitrage d'Australie un jugement important sur le traitement des

fonctionnaires de l'État dont la majeure partie forme le corps des ingénieurs du Post Office. Cette dernière catégorie de fonctionnaires se divise en 6 classes. Les jeunes gens qui complètent leurs connaissances forment la 6^e classe ou classe F : la grande masse se range dans la classe E ; les classes de A à D comptent 29 personnes seulement. Les fonctionnaires appartenant à ces différentes classes se distinguent de ceux des services administratifs ou des services de comptabilité en ce que leur travail exige une habileté spéciale ou des connaissances techniques acquises généralement dans l'exercice d'une profession ou d'une occupation n'ayant rien de commun avec les emplois publics.

Dans ses considérants, le juge dit qu'il avait été surpris de voir combien les ingénieurs électriciens devaient posséder des connaissances étendues en mathématiques, physique, électricité, etc. pour assurer convenablement leur service. Ils n'ont pas une situation comportant toute la responsabilité de leur profession, car ils travaillent presque toujours sous quelque direction ou surveillance et ils acquièrent leur expérience sous protection et non livrés à leurs propres moyens. Leur travail est continu sans risques de pratique et de diminution de revenu.

Comme il était impossible à quelqu'un ne possédant pas les connaissances exigées pour ces professions de régler leur situation d'une manière équitable, le professeur de physique de l'Université de Melbourne fut chargé d'examiner la question et de faire un rapport sur « l'instruction nécessaire, les connaissances scientifiques et autres, les qualités et responsabilités des fonctionnaires intéressés et d'établir la manière de les placer dans des situations approximativement équivalentes à celles du personnel des divers départements. »

D'une façon générale la classe E, qui est la classe principale, comprend ceux qui ont terminé leur éducation professionnelle ; leur situation, par rapport à ceux de la classe F, est analogue à celle de l'ouvrier comparé à l'apprenti. Les classes D, C et B comprennent ceux qui exercent une direction et une surveillance plus ou moins grandes sur leurs collègues. La classe A comprend les directeurs. Considérant la classe E comme principale, M. Higgins

dit qu'il est regrettable qu'une application difficile de la science et de la technique ne trouve pas une rémunération appropriée. Les candidats ingénieurs font défaut. Dans le département du Postmaster Général, les nominations de jeunes ingénieurs-adjoints et d'ingénieurs adjoints n'ont jamais égalé le nombre des vacances. Le président de la commission des traitements a adopté à tort les mêmes classes et les mêmes traitements pour la section professionnelle que pour les services d'écritures et mis à sa tête une nouvelle classe inutile, car l'instruction et la préparation nécessaires pour faire le travail routinier d'un service public doivent être inférieures à celles qu'exige l'exercice d'une profession technique. Le traitement de ces fonctionnaires spéciaux n'apparaît pour le juge ni sage ni équitable. Il est dangereux, au point de vue du rendement individuel, de maintenir une trop petite différence entre le travail facile et le travail difficile.

Les associations australiennes ont acquis un bon renom dans le monde entier, car elles veulent que chaque travailleur ait un salaire suffisant pour pouvoir se procurer, pour lui et sa famille, tout ce qui est nécessaire pour vivre confortablement; mais le fait qu'il est assuré du nécessaire n'est pas une raison suffisante pour lui refuser la récompense supplémentaire qui encourage les hommes à affronter le travail pénible de l'étude. Un courant continu d'hommes compétents, ce qui implique une préparation laborieuse, ne peut être espéré sans une récompense raisonnable pour cette préparation. Pendant la guerre actuelle, les capacités spéciales n'ont pas été rétribuées proportionnellement à l'augmentation du coût de la vie et à la dépréciation de la valeur de l'argent; aussi le président de la commission s'est-il proposé de remédier à cet état de choses d'une manière juste et équitable.

Si l'on considère les aptitudes et les connaissances nécessaires aux fonctionnaires spécialisés des différents services, le système d'organisation adopté fait penser à un télescope dans lequel les cylindres de petit rayon se glissent dans les cylindres de plus grand rayon. Ainsi les fonctionnaires des classes les plus élevées sont responsables du travail des fonctionnaires des classes inférieures

et ces derniers sont responsables du travail de ceux qui sont dans des classes encore plus basses.

M. Higgins examine ensuite la situation des Ingénieurs électriciens du Post Office chargés de la construction et de l'entretien du réseau télégraphique et téléphonique, et son étude nous renseigne très complètement. 223 d'entre eux gèrent une partie importante du domaine public dont la valeur était évaluée à 10.000.000 de livres sterling (252.200.009 fr.) dans le budget de juin 1917; les constructions faites pendant l'année précédant la guerre s'élevaient à 1.180.000 livres sterling (29.759.600 Frs); l'entretien annuel coûte 333.000 livres (8.398.250 fr.) et le nombre des postes téléphoniques est passé de 8.834 en 1901 à 52.180 en 1917. Les ingénieurs de la classe E font les inspections, établissent les plans, les devis pour la construction des lignes aériennes ou souterraines et pour les installations téléphoniques, publient des instructions détaillées sur les mécanismes nécessitant un entretien, inspectent les travaux en cours et donnent leur appréciation sur l'ouvrage terminé. Ils aident généralement l'ingénieur de la classe D dans tous ses travaux et prennent connaissance des devis des inspecteurs des lignes et autres, des rapports de tournées des chefs d'équipe.

Normalement l'ingénieur de la classe E a fait un stage dans la classe F où il est entré à la suite d'un concours portant sur les matières suivantes : anglais, algèbre, géométrie, trigonométrie, physique, dessin industriel et une matière facultative : histoire, géographie, français, allemand, latin. L'examen de la classe E est encore plus dur. Le candidat doit subir une préparation qui équivaut à trois années environ sur les quatre années du cours de mécanique ou d'électricité de l'Université comprenant les mathématiques, les mathématiques appliquées, la chimie inorganique, le dessin graphique, géométrie et mécanique, un cours élémentaire d'élasticité et de résistance des matériaux, la construction des bâtiments, la construction des lignes aériennes, des conduites pour câbles, la technique mécanique (élémentaire) électrique, télégraphique et téléphonique. Telles sont les connaissances que doit posséder l'ingénieur E; celles de l'ingénieur D sont encore plus développées. Les

ingénieurs des classes C, B, et A diffèrent principalement de ceux des autres classes dans le degré de responsabilité ou d'expérience qu'ils possèdent.

En 1903, quand les différents traitements furent fixés, le niveau des connaissances requises n'était pas tout à fait aussi élevé qu'aujourd'hui. Pour ces raisons M. Higgins propose de porter le minimum de la classe E de 216 livres sterling à 300 (5447 fr. 50 à 7566 frs.). Le minimum de la classe E étant ainsi fixé, les traitements des classes supérieures seront élevés dans les mêmes proportions. Le minimum actuel de la classe F est de 84 livres sterling (2118 fr. 50) ; cette somme est inférieure à celle qui est raisonnablement nécessaire à un jeune homme de 18 ans pour payer sa pension, son entretien, ses livres et ses leçons, etc. Toute carrière dans la division professionnelle serait pratiquement inaccessible aux jeunes gens sans fortune, si l'on ne portait pas ce minimum à 96 livres (2421 frs.).

L'augmentation des traitements a soulevé beaucoup de discussions. Le président de la commission et son inspecteur ignoraient même comment le fonctionnaire s'acquitte de sa tâche journalière, ils ne comprenaient pas l'étendue de ses obligations. Le juge proposa des augmentations annuelles et automatiques à moins que le rapport du chef ne fût défavorable tant pour la conduite, que pour la diligence ou la capacité de l'employé. L'Association des ingénieurs a présenté des réclamations au sujet des appointements réels : on emploie souvent des hommes dans une classe supérieure à celle dont ils font partie, on leur confie des fonctions plus élevées que les leurs sans leur donner une plus forte rémunération, à moins que l'intérim ne dépasse six mois. Le président de la commission proposait de réduire cette période à trois mois, mais le juge n'a pas vu de raison suffisante pour se départir de la durée de un mois qu'il avait établie précédemment après mûre réflexion et d'accord avec les mécaniciens et les ouvriers des lignes. Quand les chefs choisissent un fonctionnaire pour lui confier une position supérieure à la sienne et l'y maintiennent, c'est qu'ils le jugent qualifié pour cela.

Les heures normales de travail sont comprises entre 9 heures et

16 h. 30, du lundi au vendredi, et de 9 heures à midi le samedi. Mais tous les fonctionnaires peuvent être appelés à faire des heures supplémentaires sans rétribution spéciale entre 8 heures et 18 heures pourvu que le nombre d'heures de travail par quinzaine ne dépasse pas 81. Le juge a décidé que les heures supplémentaires des fonctionnaires des classes D, E, F seront payées doubles pour tout travail pendant les congés et une fois $1/2$ pour tout travail le dimanche ou les jours de fête et pour les heures dépassant la durée indiquée ci-dessus comme maximum de la journée de travail ou de la quinzaine, pourvu que ce travail soit fait sous surveillance ou sur la demande d'un chef et que tout fonctionnaire de la classe D, E ou F, détaché, loin de sa résidence habituelle, aura droit à ce que le temps nécessaire en déplacement lui soit compté en excédent de son temps normal de travail et payé au tarif ordinaire, sans toutefois dépasser la paye d'une journée pour n'importe quelle période de 24 heures.

En résumé, les minima et maxima de traitement correspondant à chaque classe d'Ingénieurs et la répartition entre les différentes classes sont fixés par le juge comme suit :

TRAITEMENTS MINIMA.

Classe F	996	livres sterling	(2421 Frs).	.
»	E 300	»	» (7566 Frs).	
»	D 408	»	» (10290 Frs).	
»	C 516	»	» (13013 Frs).	
»	B 606	»	» (15283 Frs).	
»	A2 700	»	» (17654 Frs).	.

RÉPARTITION DU PERSONNEL ENTRE LES DIVERSES CLASSES. — *Classe F* : Elèves ingénieurs et Elèves dessinateurs. — *Classe E* : Ingénieurs (télégraphe et téléphone), dessinateurs (télégraphe et téléphone pour la Nouvelle-Galles du Sud, Victoria, Queensland, l'Australie occidentale. — *Classe D* : Ingénieurs de l'État adjoints pour l'Australie méridionale, l'Australie occidentale et la Tasmanie, Ingénieur régional d'État, Ingénieur régional (Bureau central), Dessinateur principal. — *Classe C* : Ingénieur d'État (Tasmanie), Ingénieur d'État adjoint (Queensland), Ingénieurs surveillants (Bureau central) et Ingénieurs surveillants d'État (Nouvelle-Galles du Sud et Victoria). — *Classe B* : Ingénieurs d'État (Australie méridionale et Aus-

tralie occidentale), Ingénieurs d'État adjoints (Nouvelle-Galles du Sud et Victoria). — *Classe A* : Ingénieur d'État (Nouvelle-Galles du Sud, Victoria et Queensland) et Ingénieur en chef adjoint des services électriques.

AUGMENTATIONS ET FIXATION DU MAXIMUM DE TRAITEMENT. — Les fonctionnaires des classes C, D, E et F auront droit à une augmentation de 18 livres sterling (454 Frs) chaque année, à moins que le rapport fourni par leur chef de service ne leur soit défavorable, tant au point de vue de leur conduite que de leur diligence ou de leur capacité.

Le traitement maximum de chaque classe est fixé comme suit : classe C : 588 livres (14.829 Frs). — Classe D : 498 livres (12.560 Frs). — Classe E : 390 livres (9.836 Frs) et classe F : 294 livres (7.415 Frs). Les augmentations reçues selon l'ancien régime seront complétées selon le nouveau mode d'avancement, c'est-à-dire que si un fonctionnaire a déjà reçu deux augmentations, il recevra le minimum correspondant à sa classe plus deux augmentations. Les fonctionnaires de la classe B peuvent recevoir trois augmentations de 24 livres (605 Frs) chacune et ceux de la classe A deux augmentations de 100 livres (2522 Frs) chacune sur avis du chef. Tout rapport du chef immédiat établissant qu'un employé laisse à désirer, soit par sa conduite, soit par son travail, doit être communiqué à l'intéressé dans un court délai lorsqu'il en fait la demande.

Enfin le jugement porte qu'un conseil résoudra les difficultés ou les conflits qui pourraient s'élever. Ce conseil comprendra quatre membres et un secrétaire. Deux membres y représenteront l'Association des Ingénieurs.

Collaboration d'un Chef d'industrie et de son personnel. — La première chose qu'il faut dire est que l'on ne peut pas apprendre à un homme à coopérer. Vous pouvez lui donner l'exemple mais vous ne pouvez pas lui donner des leçons. Le patron qui a besoin de la coopération de ses employés l'obtiendra dès qu'il commencera lui-même à coopérer avec eux. Il doit montrer le chemin avec une honnêteté absolue.

On constate que n'importe quel homme n'hésite pas à travailler

dans l'intérêt de son employeur dès qu'il reconnaît qu'il est de son intérêt à lui d'agir ainsi. Si nous organisons nos affaires de manière que chaque homme travaillant pour nous comprenne bien qu'il travaille en réalité pour lui-même, la coopération s'obtiendra tout naturellement sans avoir besoin de la demander ni de l'enseigner, car il est naturel qu'un homme fasse tout son possible pour vous lorsqu'il est persuadé que vous essayez honnêtement de faire tout votre possible pour lui.

En d'autres termes, c'est le patron qui doit faire le premier pas en matière de coopération. Il doit aller au-devant de l'employé et arriver toujours un peu en avance au milieu de la distance qui les sépare.

Chaque homme recherche l'occasion de travailler pour lui-même. Cela est naturel. Vous me demandez : « Comment chaque homme pourrait-il travailler pour lui-même à notre époque où l'industrie est organisée de telle façon que la grande majorité est obligée de travailler pour quelqu'un d'autre ? »

C'est précisément sur ce point que beaucoup d'entre nous se trompent ou, pour être plus exact, c'est là l'erreur commise par les patrons. L'homme qui fonde une industrie et y embauche un certain nombre de subordonnés avec l'idée que ces hommes vont travailler pour lui, débute mal. Un tel homme n'obtiendra jamais la coopération de son personnel. Si vous voulez obtenir cette coopération, il faut conduire vos affaires avec l'idée que votre but doit être le bénéfice de tous — de vos employés aussi bien que de vous-mêmes — et n'oublier jamais que vous n'avez pas embauché des hommes pour travailler *pour* vous, mais que vous les employez à travailler *avec* vous. Si votre maison est organisée de cette manière, chaque homme à votre service saura qu'il ne travaille pas seulement pour vous, mais qu'il travaille aussi pour lui-même.

La coopération signifie que deux hommes travaillent ensemble, chacun pour soi et en même temps l'un pour l'autre.

La Compagnie Ford a essayé d'offrir à son personnel cette occasion que tout homme désire, l'occasion de travailler pour lui-même, pour son intérêt personnel et son propre avancement. Elle pénètre ses employés de l'idée qu'ils ne travaillent pas *pour* elle, mais qu'ils travaillent *avec* elle.

Elle ne se considère pas non plus comme ayant 50.000 hommes travaillant pour elle, mais comme ayant 50.000 hommes *en relation d'affaires* avec elle et pour lesquels elle doit travailler.

La *Ford Motor Company* reçoit une excellente coopération de la part de ses employés et la raison en est donnée par ce qui précède.

Importante invention intéressant la télégraphie et la téléphonie à longue distance. — M. Burleson, Postmaster general aux États-Unis, a publié, le 12 décembre dernier, une lettre de M. Théodore N. Vail annonçant l'invention et l'application, par les ingénieurs de la Compagnie Bell, d'une méthode pratique de téléphonie et de télégraphie multiplex qui, on l'espère, révolutionnera la communication à longue distance par fils.

M. Vail, président de l'*American Telegraph and Telephone Company*, explique dans sa lettre qu'avec cette invention on peut réaliser une combinaison télégraphique et téléphonique au moyen de laquelle une paire de fils peut servir soit pour cinq communications téléphoniques simultanées, soit pour quarante messages télégraphiques simultanés, ou en partie pour le téléphone et en partie pour le télégraphe. Voici la lettre dont il s'agit :

New-York, 11 décembre 1918.

A M. Albert S. Burleson, Postmaster general
Washington, D. C.

« Je prends la liberté de vous annoncer la plus récente application pratique des travaux des ingénieurs de la Compagnie Bell. Après plusieurs années d'efforts, ils ont inventé et mis au point un système pratique de téléphonie et de télégraphie multiplex, grâce auquel il est possible d'augmenter plusieurs fois la capacité de transmission des fils télégraphiques et téléphoniques à longue distance, particulièrement sur les lignes aériennes.

« Une installation de ce système téléphonique multiplex a été faite entre Baltimore et Pittsburgh et est en service depuis plus d'un mois. Lundi dernier après-midi, accompagné de hauts fonctionnaires des téléphones et des télégraphes du Gouvernement, j'ai visité l'installation de Baltimore et j'ai pu apprécier le service qu'elle procure entre Baltimore et Pittsburgh. Tous les visiteurs

furent ravis du fonctionnement du nouveau système et de la grande habileté montrée dans son installation.

« Avec le nouveau système, quatre conversations téléphoniques peuvent s'échanger simultanément sur une seule paire de fils, en plus de la communication fournie par les méthodes ordinaires. Ainsi, sur une seule paire de fils, cinq conversations téléphoniques ont lieu simultanément et l'audition est aussi bonne que lorsque le circuit est exploité de la manière ordinaire. Jusqu'ici les meilleures méthodes téléphoniques connues ne procuraient qu'une seule communication à la fois, sur une seule paire de fils. Il y a un certain nombre d'années, nous avons imaginé le « circuit combiné », procédé permettant d'obtenir trois circuits téléphoniques avec deux paires de fils; c'était une importante amélioration dont nous avons fait grand usage. Maintenant, grâce à la méthode multiplex, nous pouvons obtenir cinq circuits téléphoniques sur une seule paire de fils, c'est-à-dire dix communications téléphoniques simultanées sur deux paires de fils. Le rendement des fils téléphoniques est ainsi plus de trois fois supérieur au meilleur rendement antérieur et cinq fois supérieur à leur rendement lorsque le circuit combiné n'existait pas.

« En télégraphie aussi bien qu'en téléphonie des résultats sensationnels ont été obtenus avec le nouveau système. En utilisant deux fils télégraphiques pour former un circuit bifilaire du type employé pour l'exploitation téléphonique, et en appliquant nos nouveaux appareils et méthodes à ce circuit bifilaire, nous avons énormément augmenté le rendement des fils pour l'acheminement des messages télégraphiques. Appliqué aux appareils télégraphiques imprimeurs rapides, il permet d'écouler huit fois ce que l'on écoule actuellement et, si l'on utilise le montage en duplex d'un usage maintenant général, le rendement est décuplé.

« La nature de ces inventions est telle que, si on le désire, les fils peuvent servir à la fois au téléphone et au télégraphe. Une paire de fils peut être employée, soit pour cinq communications téléphoniques simultanées ou pour quarante messages télégraphiques simultanés, ou bien en partie pour un genre de communication et en partie pour l'autre.

« Ces inventions sont le résultat des travaux des ingénieurs de la

Compagnie Bell. Des centaines d'hommes appartenant à notre Compagnie ont coopéré à ces travaux et il est impossible d'en désigner particulièrement un à qui reviendrait l'honneur du résultat. Toutefois, sans amoindrir la part due à chacun d'eux, il y en a quelques-uns dont la collaboration a été si brillante qu'il est nécessaire de les nommer ici. Ce sont : MM. O. B. Blackwell, G. A. Campbell, H. S. Osborne, J. R. Carson, Lloyd Espenschied, H. A. Affel et John Davidson, Jr., Ingénieurs de l'American Telephone and Telegraph Company; E. H. Colpitts, H. D. Arnold, B. W. Kendall, R. A. Helsing, H. J. Vennes, E. O. Scriven et H. E. Korthauer, Ingénieurs de la Western Electric Company, division industrielle de la Compagnie Bell.

« Dès le début de l'invention du télégraphe et du téléphone, les inventeurs, les savants et les ingénieurs firent des essais innombrables pour trouver des méthodes permettant la transmission multiplex des messages. C'est pendant qu'il cherchait à résoudre le problème de la télégraphie multiple que le Dr Bell eut la première conception du premier téléphone. Maintenant l'organisation, qui travaille continuellement à perfectionner le téléphone et à développer son utilité, a réalisé non seulement la télégraphie multiplex mais aussi la téléphonie multiple et a résolu complètement le problème sur lequel le Dr Bell travaillait il y a plus de quarante ans.

« Tandis que jusqu'ici aucun résultat pratique substantiel n'avait été obtenu malgré les efforts qui avaient été faits, quelques suggestions émises par les premiers chercheurs dans ce domaine particulier ont naturellement contribué à l'heureuse solution du problème. Je me souviens en particulier d'une idée émise, il y a dix ans environ, par le major General George O. Squier, Chief Signal Officer de l'armée américaine et qui, à cette époque, attira l'attention générale.

« En outre, pendant qu'il travaillait dans un domaine entièrement différent, et avec un but différent, le Dr Lee de Forest inventa, il y a un certain nombre d'années, un instrument de T. S. F. appelé Audion, qui est devenu, grâce à nos perfectionnements, une partie importante de notre matériel.

« Par suite de la nature de l'appareil et des méthodes employées, le système multiplex nouveau n'est pas pratiquement avantageux sur

les lignes courtes, téléphoniques ou télégraphiques. Sur les lignes longues, il a été décidé d'étendre immédiatement son application mais son introduction doit nécessairement être graduelle, car elle exige une transformation des lignes elles-mêmes et des appareils qu'elles comportent afin de les adapter aux nouvelles méthodes d'exploitation. Nos études montrent cependant que ce système de téléphonie ou de télégraphie multiple sera d'une grande utilité sur les longues lignes aériennes. Ce n'est pas trop de dire que le nouveau système marquera une époque dans le développement de la téléphonie et de la télégraphie à longue distance. »

Votre dévoué

Théo. N. VAIL, Président.

BREVETS D'INVENTION

485.533 (12 sept. 1916). 20.499 (22 mai 1917). — Dispositifs de MM. M. I. PUPIN et E. H. AMSTRONG pour accroître la sélectivité des circuits électriques.

MM. M. I. PUPIN et E. H. AMSTRONG ont imaginé d'accroître la sélectivité des circuits qui sont le siège de vibrations électriques périodiquement variables (en particulier des circuits électriques des installations radiotélégraphiques) en compensant, pour une fréquence privilégiée, les pertes d'énergie dans ces circuits au moyen de « compensateurs de résistance », c'est-à-dire de dispositifs doués de « résistance négative » *pour cette fréquence privilégiée seulement*.

Les brevets indiquent deux formes différentes de réalisation de ce principe par l'emploi, comme résistances négatives, soit de moteurs d'induction ou moteurs asynchrones (à phase unique, par exemple), soit de lampes à vide à trois électrodes.

Si l'on considère un moteur asynchrone monophasé constitué par un stator fixe alimenté par un courant alternatif de pulsation p ($p = 2\pi \times \text{fréquence}$) et par un rotor mobile tournant à une vitesse angulaire ω , l'enroulement du stator, par son induction mutuelle avec les circuits du rotor, possède une résistance effective déterminée R_i et une réactance effective déterminée L_i . Il est clair que celles-ci peuvent être déterminées expérimentalement dans un pont de Wheatstone utilisant une force électromotrice de la fréquence considérée.

Si l'on se rapporte au diagramme de la fig. 1, les abscisses représentent le rapport entre la vitesse angulaire ω du rotor d'un moteur d'induction à phase unique et la fréquence-vitesse ou pulsation p de la force électromotrice imprimée sur son enroulement de stator (ce rapport étant multiplié par 100), tandis que les ordonnées des courbes

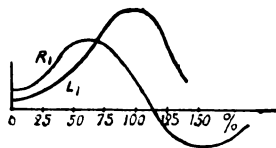


Fig. 1.

désignées par L_1 et R_1 représentent respectivement l'inductance effective L_1 et la résistance effective R_1 . On verra d'après ces courbes que R_1 prend une valeur négative au delà de la vitesse synchrone, c'est-à-dire quand ω devient plus grand que p .

On peut démontrer que pour obtenir une courbe de résistance (fig. 1) à pente rapide et élevée de part et d'autre du synchronisme, il est nécessaire d'avoir une masse importante de cuivre dans les circuits du stator et du rotor, d'avoir des noyaux en fer convenablement feuilletés avec une densité du flux magnétique aussi faible que possible, car autrement on n'obtiendrait pas de résistance négative ou l'on obtiendrait une résistance négative trop faible. Les règles à observer à ce sujet sont bien connues et sont employées, par exemple, pour la construction de bobines d'inductance pour charger des circuits téléphoniques.

L'enroulement du stator d'un moteur d'induction à phase unique ayant une résistance négative pour une force électromotrice imprimée d'une fréquence donnée est employé dans l'invention faisant l'objet de ces brevets dans le but de modifier la résistance effective d'un conducteur quelconque, de la même manière qu'on emploie une capacité ou réactance de capacité dans le but de modifier la réactance d'inductance d'un conducteur.

Lorsque l'enroulement primaire d'un moteur d'induction à phase unique, développant une résistance négative suffisamment grande, est inséré dans un circuit, la résistance de ce circuit peut être abaissée jusqu'à une limite quelconque et, par une construction appropriée, on peut faire en sorte que cette diminution de résistance se produise pour une fréquence donnée et ne se produise pour aucune autre fréquence qui en diffère d'une manière appréciable. La réaction d'inductance du circuit étant neutralisée par une réaction de capacité appropriée convenable, le circuit est rendu résonant et sélectif à un haut degré, beaucoup plus qu'il n'est possible de l'obtenir par les moyens ordinaires.

La résistance négative de l'enroulement primaire d'un moteur d'induction peut être transférée à un circuit, après avoir été amplifiée jusqu'à toute limite voulue par différentes méthodes, dont l'une est décrite à titre d'exemple ci-après. Si l'on se rapporte au diagramme

de la fig. 2, soit 17, 18 les bornes de l'enroulement de stator 19 d'un moteur d'induction à phase unique, développant une résistance négative R_1 entre 17 et 18. Supposons que la capacité du condensateur 20 neutralise l'inductance effective L_1 de cet enroulement pour la fréquence considérée. Si l'on branche entre 17 et 18 un conducteur 21 d'une résistance R_2 plus grande que R_1 et d'une inductance zéro, la résistance résultante R entre 17 et 18 sera la suivante :

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

Puisque R_1 est négatif, il s'ensuit que lorsque $(R_1 + R_2)$ est positif et suffisamment petit, R sera négatif et un nombre de fois voulu plus grand que R_1 . De cette manière, on peut abaisser jusqu'à une limite voulue quelconque une résistance positive très grande d'un conducteur 17, 22, 23, 24, 18, et l'inductance de ce conducteur étant neutralisée par la capacité d'un condensateur 24, le conducteur peut être rendu résonant et sélectif à un haut degré pour une pulsation p , c'est-à-dire pour une fréquence déterminée à l'exclusion de toute autre fréquence.

Non seulement ce conducteur devient résonant et sélecteur à un haut degré malgré sa grande résistance réelle, mais la force électromotrice imprimée sur le conducteur par l'alternateur 23 est amplifiée dans l'enroulement de stator 19. Soit V l'amplitude de la force électromotrice imprimée par l'alternateur 23 sur le conducteur 17, 22, 23, 24, 18 dont la résistance effective est r , le courant dans ce conducteur étant désigné par I , on a :

$$I = \frac{V}{R + r} = \frac{V_1}{R}$$

formule dans laquelle V_1 est la différence de potentiel entre 17 et 18. D'où :

$$\frac{V}{V_1} = \frac{r + R}{R}$$

En donnant à r et à R , qui sont de signes contraires, des valeurs absolues voisines, il est évident que V_1 est plusieurs fois plus grand

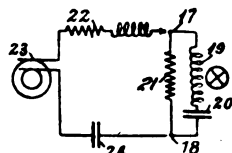


Fig. 2.

que V. Cette amplification de la force électromotrice faible imprimée présente une grande valeur en télégraphie sans fil, et mérite quelques explications.

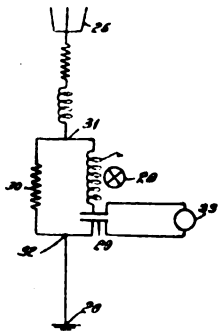


Fig. 2 bis.

Si l'on se rapporte à la fig. 2 bis, 25 et 26 est une antenne sans fil mise en contact avec la terre en 26, et dans laquelle est inséré un compensateur de résistance 27, 28, du type décrit plus haut. 27 désigne l'enroulement primaire ou enroulement de stator développant une résistance négative R_1 et une inductance L_1 qui, pour la fréquence reçue, est neutralisée par la réaction de capacité du condensateur 29. Comme représenté, il y a, en parallèle avec 27, un conducteur 30, d'une résistance R_2 . Le moteur d'induction insère par suite

dans l'antenne une résistance R qui est donnée par la formule:

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

Soit

$$R_2 = 1.000 \text{ ohms.}$$

Soit

$$R_1 = - 900 \text{ ohms.}$$

$$\text{Par suite : } R = \frac{1.000 \times (- 900)}{100} = - 9.000 \text{ ohms.}$$

L'antenne peut, par suite, être chargée avec une résistance positive de 9.100 ohms et avoir une résistance effective $r = 100$ ohms seulement pour la fréquence considérée. Une telle antenne est pratiquement insensible pour d'autres fréquences et disperse à un haut degré l'énergie reçue par les décharges atmosphériques, auxquelles elle oppose au moins une résistance de 9.100 ohms. Il est admis par tout homme du métier, que le problème le plus important en télégraphie sans fil consiste à éviter l'interférence de telles décharges atmosphériques avec la réception de signaux. Ces décharges sont des impulsions habituellement de courte durée communiquant de l'énergie électromagnétique à l'antenne, ce qui fait naître dans celle-ci des oscillations électriques de fréquences naturelles. Une résistance suffisamment grande, introduite dans l'antenne de manière à en faire un conducteur fortement insensible pour toutes fréquences de quelque

importance en télégraphie sans fil et, en particulier, pour les impulsions électriques produites par l'atmosphère, réduirait fortement la quantité d'énergie que ces impulsions pourraient transmettre à l'antenne et réduirait également à un haut point la fraction de cette énergie reçue que l'antenne pourrait transmettre aux dispositifs translateurs de la station réceptrice. Mais l'introduction de cette résistance affaiblirait également l'action sur l'antenne des ondes qu'on désire recevoir. Le procédé décrit ici tourne cette difficulté en fournissant une résistance négative de manière à réduire, à une faible limite quelconque voulue, la résistance positive considérable de l'antenne, pour la fréquence à recevoir. Il offre, par suite, un moyen de résoudre complètement les problèmes posés ci-dessus et cela d'une manière qui peut être décrite en quelques mots comme suit : rendre l'antenne aussi insensible que possible et ensuite corriger ses défauts par sélection au moyen du compensateur de résistance.

Il est évident que le procédé de syntonisation décrit ci-dessus fournit un moyen excellent pour recevoir sélectivement, sur le même conducteur simultanément, différentes fréquences, c'est-à-dire pour réaliser l'ancienne idée de signalisation multiple par syntonisation électrique qui a été déjà proposée à plusieurs reprises, mais qui n'a jamais eu en pratique un succès appréciable. L'ancien procédé de syntonisation consistant à neutraliser la réaction d'inductance par la réaction de capacité n'arrive pas au résultat voulu parce qu'il ne permet pas au circuit récepteur local d'utiliser plus d'énergie qu'il n'en reçoit de la station transmettrice, tandis que le procédé de syntonisation décrit ici permet de fournir plusieurs milliers de fois cette énergie et tire celle-ci de la source d'énergie à la station réceptrice.

La téléphonie sans fil à grande distance a été reconnue impraticable, jusqu'à présent, par suite des variations excessivement faibles de la faible quantité d'énergie atteignant l'antenne de la station réceptrice. Le compensateur de résistance décrit ici permet d'amplifier l'énergie reçue et, par conséquent, aussi ses variations en les multipliant plusieurs milliers de fois et, par suite, il permettra d'étendre notablement les distances auxquelles la téléphonie sans fil peut être pratiquée suivant l'une quelconque des méthodes actuellement en usage.

Pour obtenir un effet de résistance négative, on peut utiliser, au

lieu de moteurs d'induction, des lampes à vide à trois électrodes constituées par une ampoule vidée soigneusement à l'intérieur de laquelle on a disposé un filament porté à l'incandescence par un courant électrique dû à une source extérieure, une plaque portée à un potentiel positif élevé par rapport au filament et une troisième électrode appelée grille et intercalée entre le filament et la plaque.

Dans le montage de la figure 3 par exemple, grâce à une lampe (13, 14, 9) de ce genre, un effet de résistance négative est obtenu dans le conducteur principal 2, 5 de la manière suivante :

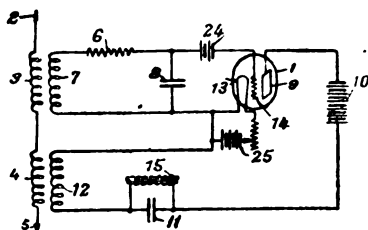
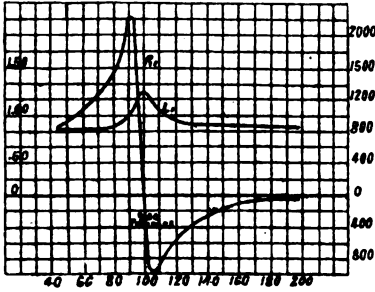


Fig. 3.

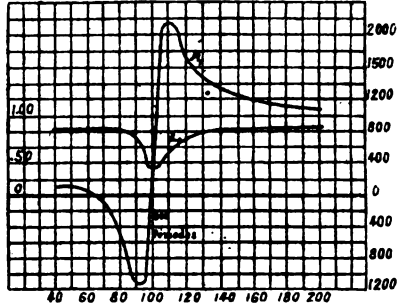
Un courant dans le conducteur principal 2, 3, 4, 5 induit dans le circuit 6, 7, 8, une force électromotrice qui charge le condensateur 8 et l'électrode à grille 14. Cette dernière produit alors une variation dans l'amplitude du courant continu passant à travers le circuit 10, 15, 12, 13, 9. Cette

variation de courant induit alors une force électromotrice dans le conducteur principal 2, 3, 4, 5. Le rapport de phase entre le courant dans le conducteur principal et cette force électromotrice détermine les réactions qui sont produites dans le conducteur principal. Si la force électromotrice ainsi produite dans le conducteur principal présente une phase telle que l'une de ses deux composantes se trouve dans la même phase avec le courant dans le conducteur principal, il apparaît alors une réaction de résistance négative résultante entre 2 et 5, lorsque cette composante de force électromotrice est plus grande que la réaction de résistance positive effective des enroulements 3 et 4. La valeur de cette réaction de résistance négative dépend uniquement de l'amplitude de variation de courant produite par l'action de l'électrode à grille 14 et de l'induction mutuelle entre le circuit principal et les circuits secondaires. On découvre la loi suivant laquelle on peut faire varier la réaction de résistance négative et lui donner une limite déterminée quelconque en connectant les bornes 2, 5 du conducteur principal, comme représenté à la fig. 3, dans un bras d'un pont de Wheatstone employant une force électro-

motrice de fréquence et d'intensité convenables. Les courbes représentées aux figures 4^a et 4^b donnent les résultats d'une étude de ce genre. Dans ces figures, les ordonnées de la courbe R_1 représentent la



4 - a.



4 - b.

Fig. 4.

résistance effective, et les ordonnées de la courbe L_1 l'inductance effective, entre les bornes 2, 5 pour différentes fréquences ; les abscisses représentent le rapport de synchronisme entre la fréquence naturelle du circuit d'excitation et la fréquence de la force électromotrice imprimée ; la résistance et l'inductance effectives sont données respectivement en ohms et en henrys. On verra que ces courbes sont, dans leurs caractéristiques principales, similaires à celles obtenues avec le compensateur à moteur d'induction décrit plus haut.

Pour appliquer cette réaction de résistance négative à la compensation de la réaction de résistance d'un conducteur électrique, on procède de la manière indiquée à la fig. 5. Dans cette figure 5, le conducteur 15, 17, 18 contenant une résistance, une inductance et une capacité, doit être syntonisé à la fréquence d'une force électromotrice harmonique simple imprimée. Le conducteur principal 2, 3, 4, 5 du compensateur de résistance est con-

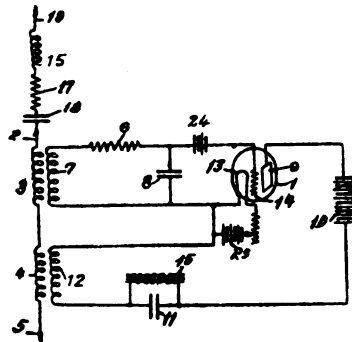


Fig. 5.

ducteur principal 2, 3, 4, 5 du compensateur de résistance est con-

necté en série avec le conducteur 15, 17, 18 et le circuit 6, 7, 8 est réglé de manière à produire une résistance négative entre les points 2, 5, à la fréquence pour laquelle le conducteur 19, 5 doit être rendu sélectif. La valeur de la résistance négative entre 2 et 5 est réglée de manière à être légèrement inférieure à la résistance positive du conducteur 19, 2, de sorte que la résistance effective résultante du conducteur 19, 5 soit considérablement réduite pour la fréquence désirée. On peut faire varier la résistance négative en réglant le couplage entre 4 et 12, ou entre 3 et 7, ou en faisant varier la puissance de la soupape de manière à modifier le courant continu local, ou en faisant varier la valeur de la résistance 6. Comme la principale fonction de la résistance 6 consiste à contrôler l'inclinaison des courbes de résistance R' aux figures 4^a et 4^b dans le voisinage de leurs maxima négatifs et par suite à faire varier la précision de syntonisation du dispositif, il est préférable de faire varier l'un des couplages pour obtenir la variation voulue pour la résistance négative. La réactance du conducteur principal est réglée à zéro pour la même fréquence au moyen de l'inductance 15 ou du condensateur 18.

Pour la fréquence exacte voulue, le conducteur 19, 5 a, par suite, une réactance zéro et une résistance effective qui n'est qu'une faible fraction de la résistance ajoutée, mais pour toutes autres fréquences, la résistance et la réactance sont toutes deux relativement considérables. La quantité de résistance positive qu'on peut ajouter de cette manière est limitée par la capacité du compensateur de résistance et n'est limitée par rien d'autre.

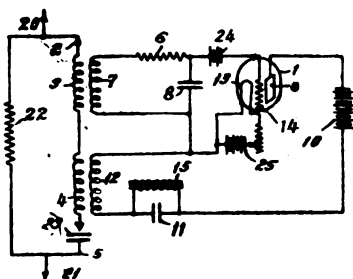


Fig. 6.

Cette disposition conduit elle-même à l'amplification de la réaction de résistance au moyen d'un shunt ou par toute autre méthode de transformation de potentiel, de la même façon que le fait le dispositif décrit ci-dessus. Ceci peut être réalisé par la disposition représentée schématiquement à la fig. 6. Dans

cette disposition qui est la contre-partie de celle de la fig. 2, un shunt

non inductif 22 est disposé à travers le conducteur dans lequel est produite la résistance négative. Ce conducteur comporte un condensateur en série 23, permettant de régler la réactance effective du conducteur. Lorsqu'on rend la résistance positive du shunt légèrement supérieure à la résistance négative shuntée, on obtient une amplification considérable de la résistance négative primitive de la manière expliquée plus haut. Un shunt de 1.200 ohms, placé à travers le conducteur présentant la caractéristique de la fig. 4, produit une amplification de plus de six fois. Pour appliquer le dispositif de soupape shuntée dans le but de compenser la réaction de résistance d'un conducteur, on connecte le conducteur 20, 21 en série avec le conducteur 16, 17, 18, comme représenté à la fig. 7. Les réglages de résistance et de réactance du conducteur principal se font de la manière précédemment décrite pour le compensateur de résistance simple.

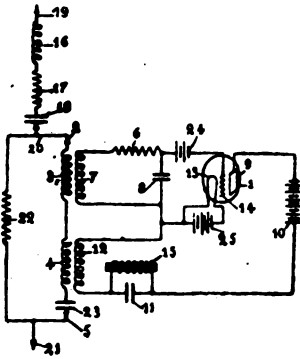


Fig. 7.

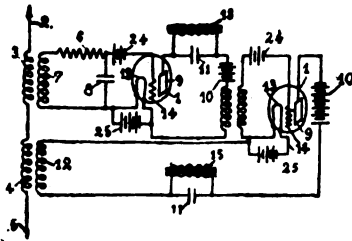


Fig. 8.

Une autre méthode pour produire une résistance négative considérable consiste dans l'emploi d'un compensateur de résistance comportant plusieurs éléments en cascade, comme représenté à la fig. 8. Dans celle-ci, il n'a été représenté que deux éléments, mais on peut utiliser un nombre quelconque d'éléments pour produire une valeur quelconque voulue de la réaction de résistance négative dans le conducteur principal, à condition d'avoir soin de régler convenablement la phase de la réaction d'inductance mutuelle entre le circuit d'énergie et le conducteur principal. Les caractéristiques de la disposi-

tion particulière de la fig. 8 sont représentées par les courbes de la fig. 9, dans laquelle les ordonnées et les abscisses sont les mêmes que celles des fig. 4^a et 4^b.

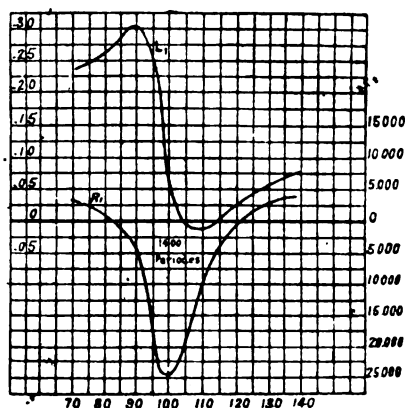


Fig. 9.

Quel que soit le type de compensateur de résistance employé, la disposition permettant de produire une résistance négative sera, de préférence, telle que la pleine valeur de la résistance négative ne puisse être produite instantanément ; c'est-à-dire qu'il doit se passer de préférence un certain intervalle de temps après l'arrivée de l'impulsion initiale d'un train d'ondes, avant que l'état électrique passager devienne l'état stationnaire pour lequel s'établit la résistance négative de valeur maxima. De sorte que des impulsions perturbatrices imprimées sur ce conducteur récepteur qui durent un temps plus court que le temps nécessaire à leur transmission à la source locale d'énergie ne seront pas aidées par cette source d'énergie. En d'autres mots, l'action mutuelle entre la source locale d'énergie et le conducteur récepteur n'est pas instantanée et, par suite, la source locale d'énergie ne sera pas excitée de manière à aider une impulsion électrique perturbatrice d'une durée plus faible qu'un intervalle minimum déterminé de temps.

Pour obtenir ce résultat il suffit d'introduire (fig. 10) dans le circuit récepteur entre le récepteur et son compensateur de résistance un

élément additionnel. Cet élément additionnel est, par exemple, un dispositif conducteur d'ondes — la ligne artificielle bien connue — représenté par 5 et consistant en un nombre convenable d'inductances 12, 13, 14..., de préférence égales et de condensateurs 15, 16, 17.... qui sont, de même, de préférence égaux. Lorsqu'une impulsion élec-

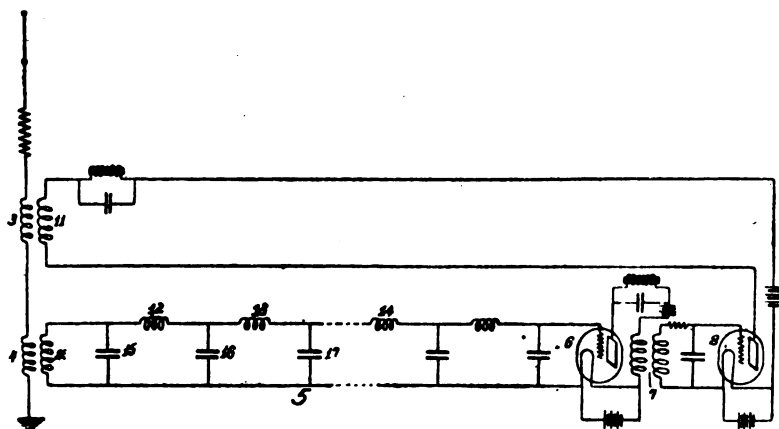


Fig. 10.

trique est imprimée sur l'antenne, elle se communique, comme il est connu, au circuit d'excitation du compensateur de résistance 6, 7, 8, par l'inductance mutuelle 4, 22. Cette action sera transmise de 22 au circuit d'énergisation locale par delà la ligne artificielle et sa durée de transmission est déterminée par l'inductance, la capacité et la résistance totales de cette ligne. Soient L , C et R l'inductance, la capacité et la résistance totales de la ligne artificielle, la durée de transmission t_1 sera approximativement :

$$\begin{aligned}
 t_1 &= 10^{-3} \sqrt{LC} \text{ secondes.} \\
 \text{Si} \quad L &= 6 \times 10^{-2} \text{ henrys.} \\
 C &= 12 \times 10^{-2} \text{ microfarads.} \\
 t_1 &= 8,4 \times 10^{-5} \text{ secondes.}
 \end{aligned}$$

Si alors la durée d'action de l'impulsion sur l'antenne et de l'opération de décharge de l'énergie déposée par cette impulsion sur l'antenne est moindre que $8,4 \times 10^{-5}$ secondes, la source locale d'énergie ne peut pas venir en aide à l'impulsion ou à l'opération consécutive

de décharge de l'énergie déposée par celle-ci. Il est évident que toute impulsion fera naître dans la ligne artificielle des oscillations libre-dont la durée, dans l'exemple donné, peut dépasser $8,4 \times 10^{-5}$ secondes, quoique leur amplitude soit notablement réduite par la résistance considérable non compensée de l'antenne. On peut toujours régler ces oscillations de manière que leurs fréquences soient très différentes de la fréquence de signalisation pour laquelle le compensateur de résistance est réglé sélectivement. Dans l'exemple donné ci-dessus, la période naturelle la plus élevée sera inférieure à 23.000 périodes par seconde si la ligne consiste en six sections égales, et des oscillations de cette fréquence ne sont pas aidées par un compensateur de résistance sélectif pour une fréquence de 25.000 périodes par seconde.

Il est évident que la disposition décrite ci-dessus, en raison de ces réactions différentes pour des ondes de même fréquence mais de durée différente, peut exclure du système récepteur même les impulsions perturbatrices ou composantes d'impulsion présentant la même fréquence de signalisation mais de plus courte durée que le signal.

L'éditeur-gérant

A. DUMAS.

GENERAL LIBRARY
AUG - 8 1919
UNIV. OF MICH.
Engineering
Library

ANNALES

DES

POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES

RECUEIL DE DOCUMENTS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS
concernant les Services Techniques et l'Exploitation
des Postes, Télégraphes et Téléphones.

Publié par les soins d'une Commission
nommée par M. le Ministre des Postes et des Télégraphes.

Paraissant tous les trois mois.

VIII^e ANNÉE — N° 2, 1919.

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL :

FRANCE ET COLONIES : 12 francs. — ÉTRANGER : 14 francs.

Tous les abonnements partent du 1^{er} Janvier.

PARIS

A. DUMAS, ÉDITEUR

6, RUE DE LA CHAUSSEÉ-D'ANTIN, PARIS (IX^e)

Établissements Industriels de E. C. et de

ALEXANDRE GRAMMONT

Sté AME AU CAPITAL DE FRANCS 5.250.000

à PONT-DE-CHÉRU (ISÈRE)

Siège social à LYON, 20, quai de Retz

Successeur de la Société des

Téléphones et Télégraphes de Lyon

pour les

[Appareils Téléphoniques en tous Genres

POUR RÉSEAUX D'ÉTAT

POSTES TÉLÉPHONIQUES SPÉCIAUX

HAUTE TENSION

Mines, Marine, Chemins de Fer

Annonciateurs de protection
contre l'incendie.

Commutateurs,

Sonneries,

Lustrerie

Appareillage
Electrique

Fils
et Câbles
électriques

Nus et Isolés

CABLES
SOUS-MARINS

Câbles armés pour Haute
Tension. Transport d'Énergie



RAFFINAGE,
LAMINAGE,
Tréfilerie de Cuivre

TRANSFORMATEURS

Moteurs

Dynamos

CAOUTCHOUC
EN GÉNÉRAL

Caoutchouc Industriel — Tuyaux — Ébonite

Talons Caoutchouc Marque E. C. G.



PNEUMATIQUES

pour Voitures, Voiturettes, Motocyclettes et Cycles

BANDAGES PLEINS pour Camions
et Autobus

USINES :

PONT-DE-CHÉRU (Isère).

LA PLAINE-CHAVANOZ

(Isère).

LYON, 12, Rue du Belvédère.

LYON, 220, Route d'Heyrieux.

SAINT-TROPEZ (Var).

MAISONS DE VENTE :

PARIS, 10, rue d'Uzès. Tél. Cent. 21-57 et 21-85

LYON, 19 & 20, quai de Retz. Tél. 16-5

(12, rue du Belvédère. » 30-17

TOULOUSE, 4, boul. Lazare-Carnot. » 2-59.

MARSEILLE, 2, rue Armény. » 31-28.

GRENOBLE, 26, rue du Lycée. » 26-73

ANGERS, Place de la Visitation. » 3-56

BORDEAUX, 62, rue du Palais-Galien. » 39-62

ALGER, 28, boul. Carnot. » 21-76

ANNALES

DES

POSTES, TÉLÉGRAPHES

ET TÉLÉPHONES

RECUEIL DE DOCUMENTS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS
concernant les Services Techniques et l'Exploitation
des Postes, Télégraphes et Téléphones.

Publié par les soins d'une Commission
nommée par M. le Ministre des Postes et des Télégraphes.

Paraissant tous les trois mois.

VIII^e ANNÉE — N^o 2, 1919.

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL :

FRANCE ET COLONIES : **12** francs. — ÉTRANGER : **14** francs.

Tous les abonnements partent du 1^{er} Janvier.

PARIS

A. DUMAS, ÉDITEUR

6, RUE DE LA CHAUSSEE-D'ANTIN, PARIS (IX^e)

COMMISSION DES ANNALES DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES

AVIS

Les manuscrits adressés aux Annales sont soumis à l'examen d'une Commission dite *Commission des Annales des Postes et Télégraphes*.

Cette Commission se réunit à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, 20, rue Las Cases, Paris, VII^e.

Membres de la Commission :

M. DENNERY, Inspecteur général, Directeur de l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, *Président*.

M. A. BLONDEL, Membre de l'Institut, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

Le Directeur du Personnel à l'Administration centrale des Postes et Télégraphes.

M. LORAIN, Directeur de l'Exploitation Téléphonique, Professeur à l'École Supérieure.

M. FERRIÈRE, Directeur des Postes et Télégraphes du département de la Seine, Professeur à l'École Supérieure.

M. MAUREAU, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes, Professeur à l'École Supérieure.

M. AUGIER, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes.

M. PAILLON, Directeur départemental des Postes et Télégraphes.

M. SAUNIER, Sous-Chef de bureau à l'Administration Centrale des Postes et Télégraphes, *Membres*.

MM. TAFFIN, Inspecteur des Postes et Télégraphes. HAMEL, Ingénieur des Postes et Télégraphes, *Secrétaires*.

M. GODET, Rédacteur des Postes et Télégraphes, *Secrétaire-adjoint*.

NOTA : La *Commission des Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones* n'est en aucune façon responsable des opinions émises et des théories développées par les auteurs ; elle ne s'immisce pas dans les questions de priorité.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
Les Postes et Télégraphes d'Alsace-Lorraine pendant l'armistice.	183
Situation du personnel.....	188
L'Hôtel des Postes et Télégraphes de Strasbourg.....	209
L'Aviation et la Poste, par M. DELFIEU, ex-lieutenant observa- teur en avion, rédacteur des Postes et Télégraphes.....	216
Le Baudot quadruple sur les câbles sous-marins italiens, par M. Cesare ALBANESE, Chef de section des Postes et Télégraphes italiens.....	228
Procédé de Téléphonie secrète, par M. POIRSON, capitaine au 8 ^e génie	239
Devaux-Charbonnel. — Notice par M. POMEY, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes.....	249

* *

SERVICE D'ÉTUDES ET DE RECHERCHES TECHNIQUES DE L'ADMINISTRATION DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

Boulisterie.....	256
Instruction sur l'installation des bureaux télégraphiques princi- paux.....	260

* *

COMITÉ TECHNIQUE DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

Voisinage des installations téléphoniques et des installations d'éclairage électrique à l'intérieur des immeubles.....	262
Combinateur de fils pour groupes quadrifilaires.....	264
Dispositif d'appropriation des circuits téléphoniques pour la préparation télégraphique des communications.....	267

COMPTE RENDU DES PÉRIODIQUES

Périodiques en langue française.

Un programme de transformation du réseau télégraphique français.....	268
Conditions de réception des conducteurs en aluminium.....	273
Batterie à haute tension alimentée à courant alternatif.....	279

Périodiques en langues étrangères.

Développements possibles de la T.S.F.....	282
Détermination des caractéristiques d'un amplificateur.....	294
Génération d'oscillations électriques entretenues par un tube à vide à trois électrodes.....	303
Détermination des harmoniques dans un circuit d'énergie produisant de l'induction sur un circuit téléphonique.....	307

INFORMATIONS ET VARIÉTÉS

Opérations de la Caisse Nationale d'Épargne en 1917.....	310
Service des chèques postaux.....	311
Galvanisation électrolytique par le cadmium.....	311
Propriétés électriques du silicium.....	311
Le Baudot en Angleterre.....	312

BIBLIOGRAPHIE.....	314
BREVETS D'INVENTION.....	315

BIBLIOTHÈQUE DES ANNALES DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES (1)

Construction des lignes télégraphiques et téléphoniques. Cours professé à l'École Supérieure par M. LORAIN, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes (4^e édition. 1916). — 2 vol. Prix : 6 francs le vol.

Comptabilité et droit budgétaire. Cours professé à l'École Supérieure par M. FERET DU LONGBOIS, Directeur au Ministère des Finances (1912). — 1 vol. Prix : 6 francs.

* *Installations télégraphiques.* Cours professé à l'École Supérieure par M. TONGAS, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes (1918). — 2 vol. Prix : 12 fr. 50 le volume.

Les derniers progrès réalisés en télégraphie, par M. TONGAS (1913). — 1 vol. Prix : 2 francs.

Installations téléphoniques. Cours professé à l'École Supérieure par M. MILON, Ingénieur des Postes et Télégraphes (2^e édition. 1918). — 1 vol. Prix : 12 fr. 50

Exploitation postale. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. FERRIÈRE, chef de bureau à l'Administration Centrale des Postes et Télégraphes (1913). — 2 vol. Prix : 6 francs le volume.

* *Conférences sur les moteurs thermiques* faites à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. SAUVAGE, Inspecteur général des Mines (1913). — 1 vol. Prix : 2 francs.

Électricité industrielle. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. MAUREAU Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1918). — 1 vol. Prix : 10 fr. 50.

Principes d'électricité. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. DROUET, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1917). — 1 vol. Prix : 3 fr. 75.

Théorie de la pupinisation et applications pratiques. — Conférences faites à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, par M. CAHEN, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol. Prix : 1 fr. 50.

Cours élémentaire de Télégraphie sans fil, par M. G. VIARD, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1918). — 1 vol. Prix : 12 francs.

La Technique Télégraphique en France (ouvrage publié à l'occasion

(1) Ces ouvrages (sauf ceux marqués d'un astérisque) se trouvent dans les bibliothèques départementales.

- de l'Exposition de San-Francisco), par M. MONTORIOL, Inspecteur des Postes et Télégraphes (1916). — 1 vol. in-8° carré. Prix : 3 fr. 50.
- La télégraphie, la téléphonie, l'électricité depuis 1878.* Extraits du 2000^e numéro de *The Electrician*, traduits par G. HAMEL et E. PICAULT, ingénieurs des Postes et Télégraphes. — 1 vol. Prix : 4 francs.
- Instruction sur la construction et l'entretien des lignes aériennes*, à l'usage du personnel, 1917. 1 vol. in-16 jésus à l'italienne, 337 pages. Prix : 4 francs.
- Instruction sur la protection des installations télégraphiques et téléphoniques de l'Etat contre les courants industriels*, à l'usage du personnel, 1918. 1 vol. in-16 jésus à l'italienne, 140 pages. Prix : 3 francs.
- Instruction sur les circuits combinés et circuits appropriés à la télégraphie et à la téléphonie simultanées*, à l'usage du personnel, 1918. — Une plaquette in-16 jésus à l'italienne, 26 pages. Prix : 1 fr. 75.
- Instruction sur les essais et mesures électriques et le relèvement des dérangements de lignes et de postes*, à l'usage du personnel (1918). — 1 vol. in-16 raisin, 130 pages, 22 figures. Prix : 4 francs.
- Instruction sur l'installation et l'entretien des postes téléphoniques d'abonnés*, à l'usage du personnel (1918). — 1 vol. in-16 raisin, 62 pages, 23 figures. Prix : 3 fr. 50.
- En vente à la librairie de l'Enseignement Technique, 3, rue Thénard, Paris, V^e.

- * *Cours d'électricité théorique* professé à l'École Supérieure (section des élèves-ingénieurs), par M. POMEY, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1914). — 2 vol. Tome I. Prix : 13 francs.
- De la propagation du courant télégraphique et téléphonique* (*The propagation of the electric currents*, par J.-A. FLEMING), traduit de l'anglais par M. RAVUT, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 12 francs.
- La télégraphie et la téléphonie simultanées et la téléphonie multiple* (*Das gleichzeitige Telegraphieren und Fernsprechen und das mehrfache Fernsprechen*, par K. Berger), traduit de l'allemand par M. LE NORMAND, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 4 fr. 50.
- Pratique radiotélégraphique* (*Radiotelegraphisches Praktikum*, par REIN), traduit de l'allemand par M. VIARD, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 9 francs.

La Téléphonie automatique, par M. MILON, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol.

La Télégraphie en Amérique (*American Telegraph Practice*, par DONALD Mc NICOL ; traduit de l'anglais par MM. PICAULT et VIARD, Ingénieurs des Postes et Télégraphes (1917). — 1 vol.

En vente chez M. Gauthier-Villars, éditeur, 55, Quai des Grands-Augustins, Paris, VI^e.

Traité de Téléphonie (extraits de *Telephony*, par ABBOTT) ; traduit de l'anglais par M. GILLES, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 4 francs.

Traité de Téléphonie pratique (extraits de *American telephone practice*, par KEMPSTER B. MILLER) ; traduit de l'anglais (1913). — 1 vol. Prix : 6 francs.

En vente chez M. Albin Michel, éditeur, 22, rue Huyghens, Paris, XIV^e.

Les câbles télégraphiques et téléphoniques (*Telegraphen und Fernsprechkabel-Anlagen*, par STILLE) ; traduit de l'allemand par MM. PICAULT, Ingénieur, et MONTORIOL, Sous-chef de section des Postes et Télégraphes (1914) : — 1 vol. in-8°. Prix : 25 francs.

En vente chez M. Béranger, éditeur, 15, rue des Saint-Pères, Paris, VI^e.

Les Postes et Télégraphes d'Alsace-Lorraine

PENDANT L'ARMISTICE

(Période de novembre 1918 à avril 1919).

L'Administration des Postes et des Télégraphes en Alsace-Lorraine était une Administration d'Empire, qui dépendait directement du Grand Chancelier de l'Empire, de même que celle des Chemins de fer et à la différence de l'Administration des Finances, ainsi que de toutes les autres Administrations d'Alsace-Lorraine, qui relevaient de ministères ayant leur siège à Strasbourg.

Le réseau des Postes et Télégraphes d'Alsace-Lorraine était divisé en deux directions ; à la tête de chacune d'elles était un Directeur, placé sous l'autorité immédiate de Berlin.

Le principe suivi a été de maintenir entièrement l'organisation existante, en substituant simplement les autorités françaises aux autorités allemandes et, sous cette seule réserve qu'une direction d'importance réduite a été installée à Colmar ; cette dernière direction dont le rôle sera très limité par rapport à celui de la direction de Strasbourg, sera en quelque sorte une sous-direction de cette dernière.

Le décret du 26 novembre 1918, attribuant aux Inspecteurs Généraux, en mission en Alsace-Lorraine, un rôle de liaison, de coordination et de surveillance générale du service, cadrerait parfaitement avec l'organisation existante qu'il importait de maintenir. L'Inspection générale des Postes et Télégraphes a fonctionné sans création de bureaux, en évitant d'augmenter les dépenses et le nombre des intermédiaires de manière à ne pas alourdir le service et à l'assurer dans les conditions les plus économiques.

Cette méthode a permis d'obtenir en Alsace-Lorraine un service des Postes et Télégraphes fonctionnant à la satisfaction du public, sous réserve des difficultés de contrôle postal et de l'état

particulièrement précaire des communications électriques reliant l'Alsace-Lorraine à la France.

Les groupements industriels, les Chambres de Commerce ont demandé avec insistance qu'il ne fût pas apporté de changements à l'organisation et à la réglementation des Postes et Télégraphes, de façon à ne pas froisser les habitudes du public. Ces résultats n'ont pu être atteints que grâce aux facilités rencontrées tant dans les services français des Postes et Télégraphes qu'auprès des services du G.Q.G. Il convient, en effet, de ne pas perdre de vue que le personnel et le matériel télégraphique et téléphonique d'Alsace-Lorraine étaient en principe sous l'autorité du Maréchal commandant en chef.

L'organisation, telle qu'elle existe, se prête d'ailleurs admirablement au rattachement du service des Postes et Télégraphes d'Alsace-Lorraine à l'Administration française des Postes et des Télégraphes.

La création d'une Direction Générale envisagée à un certain moment, n'aurait répondu par conséquent à aucun besoin ; elle n'aurait fait, au contraire, qu'entraîner des complications et retarder la solution des affaires. Il a suffi que les autorités françaises continuent à exercer les pouvoirs attribués aux autorités auxquelles elles se substituaient, et que, en particulier, les Directeurs français placés en Alsace-Lorraine aient, dans toute leur étendue, les attributions des fonctionnaires qu'ils remplaçaient.

À la signature de l'armistice, le service était à peu près désorganisé du fait de la mobilisation de nombreux agents de l'Administration allemande, du départ de tout le personnel et des documents de la direction de la Lorraine et surtout des événements qui ont précédé l'entrée de nos troupes.

Aucune communication postale, télégraphique ou téléphonique n'existait plus avec la France, les voies ferrées et les lignes électriques ayant été entièrement détruites sur une grande profondeur dans toute la zone de feu. Par contre, des communications nombreuses reliaient l'Alsace-Lorraine à l'Allemagne. Celles-ci devenaient inutilisables et il fallait pourvoir au rétablissement de celles-là.

Le premier soin a donc été de reprendre le service en partie arrêté à l'intérieur des provinces recouvrées, de rétablir les relations avec la France et d'organiser un service d'ambulants de Strasbourg et Metz à Nancy, cependant qu'un service automobile était créé dès les premiers jours de l'occupation entre Mulhouse et Belfort.

Dès que la question monétaire a été résolue, que la monnaie française a été substituée à la monnaie allemande, des timbres-poste français ont été mis en vente dans tous les bureaux, l'échange des mandats-poste et des mandats télégraphiques avec la France, suspendu depuis le commencement des hostilités, a été repris. Des tarifs ont été étudiés et mis en vigueur sur la base du maintien dans le service intérieur de l'Alsace-Lorraine des taxes allemandes converties en monnaie française et de l'application du régime intérieur français dans les relations avec la France.

Trois semaines après l'occupation du territoire, le service fonctionnait normalement à la satisfaction de la population et des Chambres de Commerce.

Les bureaux de poste ont prêté un concours extrêmement actif à la vaste opération d'échange de la monnaie allemande.

Les services des envois contre remboursement, du recouvrement des effets de commerce, des colis postaux, des colis avec valeur déclarée et des colis grevés de remboursement étaient successivement rétablis dans les relations avec la France. L'échange des mandats-poste et des mandats télégraphiques, des envois de valeur déclarée était repris avec les pays étrangers ; des études et des propositions étaient faites en vue de l'organisation d'un échange de colis postaux avec les Offices voisins.

On ne pouvait songer à appliquer brusquement et entièrement nos méthodes ; il fallait tenir compte, en effet, des habitudes du public et du personnel, de la difficulté pour les agents — les uns peu familiarisés avec la langue française, les autres l'ignorant complètement — de s'assimiler, en peu de temps, de nombreuses instructions nouvelles. On s'est donc trouvé dans l'obligation de maintenir dans sa plus grande partie la réglementation alle-

mande, de ne la modifier que dans la limite strictement indispensable à son adaptation à la réglementation française, adaptation qui n'a pu être réalisée le plus souvent qu'en empruntant certaines dispositions au régime international. Toutes ces mesures ont nécessité l'étude préalable des règlements allemands et l'élaboration, en deux langues, d'instructions d'autant plus complexes qu'elles sont pour la plupart en quelque sorte un amalgame de trois régimes différents.

Une étude comparée et approfondie du service des chèques postaux en Allemagne et en France a amené à cette conclusion, qu'il y avait intérêt à organiser en Alsace-Lorraine le système français ; les dispositions ont été prises en vue de la mise en vigueur de cet organisme dans le courant de l'été.

En même temps, la création de nouveaux trains a permis d'accélérer la transmission des correspondances et d'augmenter le nombre des distributions.

D'autre part, les services postaux, télégraphiques et téléphoniques ont été progressivement rétablis dans la région dévastée.

L'armée allemande avait dévié un très grand nombre de fils et de circuits et laissé à l'abandon, pendant quatre ans, toutes les communications qui ne l'intéressaient pas ; dans la zone de feu, toutes les lignes étaient détruites. A de très rares exceptions près, tous les postes téléphoniques installés chez les abonnés et dans les cabines publiques avaient été enlevés ; dans les bureaux centraux, des tableaux avaient été emportés.

Les lignes et les réseaux ont été remis en état d'exploitation, des appareils ont été réinstallés chez les abonnés, dont le nombre s'accroît rapidement depuis que les installations ne sont plus subordonnées à l'autorisation du commandement.

Le multiple téléphonique de Mulhouse avait été complètement détruit lors du repli des troupes françaises en 1914. Par des moyens de fortune, il a été réalisé en quelques jours une installation provisoire permettant de raccorder 800 abonnés. Un multiple définitif, commandé le 5 janvier, était en état de fonctionnement dès le mois de mars et pouvait recevoir 2.000 abonnés.

Un vaste programme d'avenir en vue de l'établissement de

communications extra rapides avec Paris était élaboré et introduit dans le projet de budget de l'exercice 1919.

L'insuffisance et le mauvais état des lignes télégraphiques, les dérangements occasionnés par les importants travaux de réfection dans la zone de l'ancien front, le nombre considérable des télégrammes officiels ont causé, au début, de grands retards dans les transmissions privées et ont nécessité l'envoi par la poste, de nombreux télégrammes, notamment sur les lignes Paris-Metz, Paris-Strasbourg et Paris-Mulhouse. Cette situation s'est beaucoup améliorée et depuis le mois de février dernier, aucun télégramme n'a été postalisé.

Des timbres à date portant les noms des bureaux en français ont été substitués au fur et à mesure de leur livraison par le fabricant, aux timbres allemands.

Toutes les formules allemandes ont été remplacées par des formules identiques imprimées dans les deux langues et commandées sur place ; c'est un travail considérable tant par le nombre que par la variété des formules.

Des cours professionnels, théoriques et pratiques, ont été organisés dans les grands centres, en vue de la formation de jeunes gens et de jeunes filles destinés à remplacer le personnel allemand. Des cours de français pour le personnel alsacien et lorrain ont également été institués dans les villes importantes.

Le renvoi du personnel allemand resté à son poste, en vertu des clauses de l'armistice n'a pu commencer qu'en février, en raison de la nécessité d'initier au service un personnel de remplacement recruté sur place. Il s'est poursuivi aussi rapidement qu'il était possible et a été terminé le 5 avril par le départ des chefs. La mesure qui affectait plus de 1.500 fonctionnaires, agents et sous-agents, n'a eu, grâce à la prudence avec laquelle elle a été exécutée, aucune répercussion fâcheuse sur le fonctionnement du service ; elle est passée inaperçue de la clientèle.

Ce résultat a été obtenu avec un simple renfort de 100 agents français au maximum (hughistes, baudotistes et spécialistes techniciens) placés en mission temporaire et qui, d'après le programme initial, devaient être, pour la plupart, renvoyés dans un

bref délai, afin de ne pas priver l'Administration française de concours dont elle avait le plus grand besoin et pour réserver le plus d'emplois possible aux Alsaciens-Lorrains.

..

SITUATION DU PERSONNEL

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES. — Pour établir une comparaison exacte des émoluments du personnel allemand et du personnel français, il importe de tenir compte des considérations suivantes :

1° Aucune retenue n'est effectuée sur les traitements allemands pour le service des pensions civiles.

2° Tous les fonctionnaires, agents et sous-agents commissionnés (*etatsmässig*), à qui le logement n'est pas fourni gratuitement, reçoivent une indemnité de logement qui varie en Alsace-Lorraine de 210 francs à 1575 francs selon le grade et la résidence.

3° Entrent en ligne de compte pour le calcul de la pension : a) le dernier traitement ; b) la moyenne de l'indemnité de logement afférente à chaque grade, soit 375 francs pour les sous-agents, 472 fr. 50 pour les dames, 682 fr. 50 pour les agents, 1092 fr. 50 pour les fonctionnaires et 1.417 fr. 50 pour les directeurs supérieurs ; c) les indemnités attachées à certaines fonctions.

4° Pour 10 ans de service, la pension est égale aux $20/60$ de l'ensemble des émoluments précités. Elle augmente ensuite de $1/60$ par année de service jusqu'à la 30^e année révolue et de $1/120$ pour chaque année accomplie au-dessus de trente années sans pouvoir excéder $45/60$. La durée des services valables pour la pension compte à partir de 18 ans.

5° La pension des veuves et des orphelins est également beaucoup plus élevée qu'en France : elle est pour la veuve des $2/3$ de celle à laquelle le mari avait droit. La pension des orphelins est pour chaque enfant le $1/5$ de celle de la veuve si celle-ci vit encore et de $1/3$ si la mère est décédée.

Fonctionnaires supérieurs.

DIRECTEURS SUPÉRIEURS (*Directeurs régionaux ou départementaux*). — A la tête de chacune des 41 directions supérieures de l'Empire allemand est placé un directeur supérieur (*Ober-Postdirektor*) qui dirige et administre, sous sa propre responsabilité, le service des postes et des télégraphes de son district. Traitement : 10.000, 11.675, 13.750, 15.000 francs. Avancement tous les trois ans. Logement gratuit. Indemnité de logement non perçue, mais fixée pour le calcul de la pension à 1417 fr. 50.

CONSEILLERS SUPÉRIEURS (*Sous-directeurs*). — Dans les directions supérieures les plus importantes, le directeur supérieur est assisté d'un ou de plusieurs conseillers supérieurs (*Ober-Posträte*) qui le secondent dans ses travaux et le remplacent au besoin. Les conseillers supérieurs peuvent être chargés de missions dans le district.

Il y avait un conseiller supérieur à Strasbourg. Traitement : 5.250, 6.000, 6.750, 7.500, 8.250, 9.000 francs. Augmentation de 750 francs tous les trois ans. Indemnité de fonctions de 1.500 francs. Indemnité de logement de 1.150 francs (entrant toutes deux dans le calcul de la pension).

CONSEILLERS. — (*L'emploi de conseiller n'a pas de correspondance dans les services extérieurs français. Les directions allemandes étant organisées comme de petites administrations centrales, les conseillers sont en quelque sorte des chefs de bureau, ou plus exactement et au véritable sens du mot, des chefs de division (Abteilungen dirigenten).* Les conseillers (*Posträte*), dont le nombre varie suivant l'importance du district (il y en avait 8 à Strasbourg et 4 à Metz) sont, en qualité des rapporteurs (*Postreferenten*), les collaborateurs immédiats du Directeur supérieur et le remplacent éventuellement dans les directions qui ne comportent pas d'emploi de conseiller supérieur. Ils traitent personnellement une partie des affaires de la direction. Placés à la tête des sections, ils dirigent et surveillent les tra-

vaux des agents sous leurs ordres. Ils peuvent être chargés par le Directeur supérieur de la vérification de certains services ou bureaux du district, de l'étude sur place, de certaines questions d'organisation.

En outre, à la Direction de Strasbourg, était attaché un Conseiller-architecte (*Postbaurat*), chargé, pour l'Alsace et la Lorraine, de tous les travaux techniques du service des locaux (projets de construction, surveillance des travaux, entretien des immeubles domaniaux, vérification et approbation des mémoires, expertises, etc.). Traitement : 5.250, 6.000, 6.750, 7.500, 8.250, 9.000 francs. Augmentation de 750 francs tous les 3 ans. Indemnité de logement de 1.150 francs et aux conseillers les plus anciens ($1/3$), indemnité de fonctions de 750 francs (comptant toutes deux pour le calcul de la pension).

Le grade de conseiller est obtenu par les inspecteurs supérieurs entre 45 et 47 ans, par les directeurs (receveurs de bureaux de 1^{re} classe) entre 47 et 53 ans.

INSPECTEURS SUPÉRIEURS (*Inspecteurs*). — Les inspecteurs supérieurs (*Ober-Postinspektoren*) sont chargés, dans les limites du district de la direction supérieure, de la surveillance du service d'exploitation et de la vérification des caisses, des enquêtes à effectuer sur place ; ils sont les mandataires permanents du directeur supérieur. Les inspecteurs supérieurs ont plus particulièrement dans leurs attributions le contrôle de l'exploitation et du matériel télégraphiques et téléphoniques, la construction et l'entretien des lignes ; mais les uns et les autres doivent être assez au courant de tous les services pour pouvoir se suppléer au besoin et pour vérifier sommairement au cours de leurs tournées la partie de l'exploitation qui est en dehors de leur spécialité.

Il y avait 6 inspecteurs supérieurs à Strasbourg et 4 à Metz, moitié pour le service postal, moitié pour le service électrique. Traitement : 3.750, 4.500, 5.250, 6.000, 6.750, 7.500 francs. Augmentation de 750 francs tous les 3 ans. Indemnité de logement : 1.150 francs. Indemnités de déplacement : sans découcher : 11 fr. 25, portée durant la guerre à 15 fr. 75 ; avec décou-

cher : 15 francs, portée durant la guerre à 22 fr. 50. En outre, remboursement des frais de voyage selon un tarif kilométrique ; (0 fr. 10 en chemin de fer, 0 fr. 25 à pied ou en voiture), plus une indemnité de 1 fr. 88 pour l'aller et le retour à la gare.

Les inspecteurs supérieurs des postes promus de 1912 à 1916 comptaient de 41 à 45 ans d'âge. Les inspecteurs des télégraphes étaient âgés de 38 à 43 ans.

DIRECTEURS DE BUREAU DE 1^{re} CLASSE. (*Receveurs de bureau composé ou chefs de centre de dépôt*). — Les directeurs (*Postdirektoren, Telegraphendirektoren*) sont chargés de la direction et de la gestion d'un bureau de poste de 1^{re} classe, d'un bureau central télégraphique ou téléphonique ou de l'ensemble des services ambulants d'un district ou d'une partie d'un district. Traitement : 2 catégories : a) bureaux moins importants : 3.750, 4.500, 5.250, 6.000, 6.750, 7.500 francs ; b) bureaux les plus importants : 3.750, 4.500, 5.250, 6.000, 6.750, 7.500, 8.250, 9.000 francs. Augmentation de 750 francs tous les trois ans. Logement gratuit. Indemnité de logement non perçue, mais fixée, pour le calcul de la pension, à 1.092 fr. 50.

Parmi les fonctionnaires promus directeurs de bureau de 1^{re} classe de 1912 à 1916, les inspecteurs supérieurs étaient âgés de 44 à 47 ans ; les sous-directeurs et inspecteurs comptaient de 44 à 46 ans.

Les bureaux en Allemagne sont divisés en trois classes seulement, de sorte que des bureaux de 1^{re} classe comme Barr (4.900 hab.), Saint-Louis (5.400 hab.), Dieuze (5.800 hab.), Saint-Avold (6.400 hab.), Wissembourg (6.700 hab.), Morhange (6.900 hab.), Thann (7.400 hab.), Saverne (9.100 hab.), correspondent à peine à nos recettes composées de 3^e classe.

Il y a 29 bureaux de 1^{re} classe en Alsace et Lorraine dont 24 bureaux de poste, 3 bureaux centraux télégraphiques et 2 bureaux ambulants. 15 sont classés dans la catégorie des bureaux importants.

VICE-DIRECTEURS (*Chefs de section*). — Les vice-directeurs

(*Vize-Postdirektoren*, *Vize-Telegraphendirektoren*) sont chargés dans les grands bureaux de 1^{re} classe de seconder le directeur et de le remplacer en cas de besoin; ils traitent une partie de la correspondance de service et dirigent, sous leur propre responsabilité, certaines parties de l'exploitation.

Il y avait 2 vice-directeurs à Strasbourg I, Strasbourg-gare, Strasbourg-Télégraphe, 1 à Metz I, Colmar, Haguenau, Mulhouse. Traitement : 3.750, 4.500, 5.250, 6.000, 6.750, 7.500 francs. Augmentation de 750 francs tous les trois ans. Indemnité de logement : 1.000 ou 1.150 francs selon la résidence.

Les vice-directeurs promus de 1912 à 1916 étaient âgés de 43 à 45 ans.

INSPECTEURS (*Sous-chefs de section*). — *Les fonctions d'inspecteur du service d'exploitation ont quelque analogie avec celles de nos sous-chefs de section, mais il n'existe, dans les directions départementales françaises, aucun emploi correspondant à celui d'inspecteur dans les directions supérieures allemandes. On pourrait dire cependant que l'inspecteur du service des directions est en quelque sorte un rédacteur principal.* — Les inspecteurs (*Postinspektoren* ou *Telegraphen-inspektoren*), emploi de début de la nouvelle carrière supérieure, sont placés dans les bureaux de 1^{re} classe importants et dans les directions.

Dans les bureaux de 1^{re} classe, sous le titre de *Ortsaufsichtsbearbeiter*, ils vérifient les sous-caisses et contrôlent toutes les parties du service de leur bureau et des bureaux succursales y rattachés; dans les bureaux ne comportant pas d'emploi de vice-directeur, l'inspecteur est l'auxiliaire immédiat du directeur qu'il remplace en cas de nécessité. Généralement, l'inspecteur ou un des inspecteurs est chargé de la caisse principale du bureau.

Dans les directions, les inspecteurs remplissent les fonctions de *Hilfsreferent* (rapporteur adjoint); ils sont les auxiliaires des conseillers; en dehors des affaires importantes, études, rapports, etc. qui leur sont confiés par leurs chefs, ils traitent personnellement certaines affaires de moindre importance, mais ils n'effectuent pas de vérifications.

Leurs fonctions n'ont, par conséquent, pas d'analogie avec celles des inspecteurs français.

Il y avait 3 inspecteurs à la direction de Strasbourg et 1 à la direction de Metz. En étaient également pourvus les bureaux de Strasbourg I (2), Strasbourg-gare (1), Mulhouse I (3), Mulhouse-gare (1), Colmar (1), Metz I (2), Metz-gare (1), Thionville (1), Sarreguemines (1) et les bureaux ambulants n^{os} 12 et 23 (1). Traitement : 3.125, 3.750, 4.375, 5.000, 5.625, 6.250 francs. Augmentation de 625 francs tous les trois ans. Indemnité de logement de 1.000 ou 1.150 francs selon la résidence, entrant dans le calcul de la pension.

Les inspecteurs promus de 1912 à 1946 étaient âgés de 37 à 41 ans.

..

Agents.

CHEFS DES SERVICES DE LA CAISSE SUPÉRIEURE. — (*Il n'y a pas d'emploi équivalent en France ; les fonctions de chef de caisse supérieure rentrent dans les attributions des receveurs principaux.*)
Auprès de chaque direction supérieure, il existe une caisse supérieure (*Ober-Postkasse*) qui centralise la comptabilité des recettes et des dépenses du district.

Le chef des services de la caisse supérieure (*Hendent der Ober-Postkasse*) est chargé de toutes les opérations de caisse et de comptabilité et est responsable de la régularité desdites opérations. Il est choisi parmi les secrétaires supérieurs. Il a sous ses ordres un caissier, un certain nombre de comptables et d'assistants. Traitement : 6.000, 6.750, 7.500 francs. Avancement de 750 francs tous les trois ans. Indemnité de logement : 1.150 francs.

CONTROLEURS DU SERVICE D'EXPLOITATION (*Sous-chefs de section*).
— Emploi de la carrière moyenne, créé en 1918, pour donner des débouchés aux secrétaires supérieurs, lesquels n'ont pas accès aux emplois supérieurs.

Les contrôleurs du service d'exploitation (*Betriebsaufsichts-*

beamten) ont les mêmes attributions que les inspecteurs des bureaux d'exploitation, et traitement identique : 3.125, 3.750, 4.375, 5.000, 5.625, 6.250 francs. Indemnité de logement : 650 francs et 787 fr. 50, selon la résidence.

RECEVEURS DE BUREAU DE 2^e CLASSE (*Receveurs de bureau simple de 1^{re} ou de 2^e classe*). — Les bureaux de 2^e classe sont gérés par des secrétaires supérieurs, qui ont le titre de *Postmeister* et à qui sont adjoints des assistants et des dames-employées.

Les 28 bureaux de 2^e classe d'Alsace et de Lorraine avaient un effectif de 128 assistants et de 10 dames. Traitement : de 2.625 à 5.625 francs, par échelons de 500 francs tous les 3 ans. Logement gratuit. Indemnité de logement non perçue, mais fixée pour le calcul de la pension à 562 fr. 50.

Les *Postmeister* qui gèrent des bureaux importants reçoivent une indemnité de fonctions de 250 francs par an.

Ceux qui sont entrés dans l'Administration comme élèves (ancien recrutement de la carrière supérieure) et qui n'ont pas été admis à l'examen supérieur reçoivent, s'ils ne touchent pas d'autre supplément de solde valable pour la pension, un supplément de 375 francs qui compte pour la retraite.

SECRÉTAIRES SUPÉRIEURS (*Commis principaux et rédacteurs*). — Les secrétaires supérieurs (*Ober-Postsekretär* ou *Ober-Telegraphensekretär*) sont placés dans les bureaux de 1^{re} classe et dans les directions ; ils sont recrutés parmi les secrétaires.

Dans les bureaux d'exploitation, les secrétaires supérieurs participent à la surveillance et à la direction du service ; ils ont autorité sur les autres agents et sur les sous-agents. Dans les bureaux ne comportant pas d'emploi d'inspecteur ou de vice-directeur, ils remplacent le directeur en cas d'absence.

Leurs attributions sont en somme semblables à celles de nos commis principaux.

Les 29 bureaux de 1^{re} classe d'Alsace et de Lorraine comptent 54 secrétaires supérieurs.

Dans les directions, les secrétaires supérieurs remplissent, en qualité de *Bureaubeamten de 1^{re} classe* (employés de bureau

de 1^{re} classe) les fonctions de rédacteur; il y en a 21 à Strasbourg et 12 à Metz.

Les secrétaires supérieurs peuvent être chargés des fonctions de chef, de caissier ou de comptable de caisse supérieure, de la gestion d'un bureau de 2^e classe ou d'un bureau de ville (succursale). Traitement : 2.625, 3.125, 3.625, 4.125, 4.625, 5.125, 5.625 francs. Augmentation de 500 francs tous les trois ans. Indemnité de logement : 562 fr. 50, 650 francs, 787 fr. 50 selon la résidence.

Les secrétaires supérieurs qui sont entrés dans l'Administration comme élèves (ancien recrutement de la carrière) et qui n'ont pas été admis à l'examen supérieur reçoivent, s'ils ne touchent pas d'autre supplément de solde valable pour la pension, un supplément de 375 francs qui compte pour la retraite.

Une indemnité de fonctions de 250 francs est attribuée aux secrétaires supérieurs affectés à certains services.

CAISSIERS DE CAISSE SUPÉRIEURE (*Ober postkassenkassier*). — Secrétaires supérieurs chargés spécialement des opérations de caisse et de la manipulation des fonds dans les caisses supérieures importantes. Il y en a un à Strasbourg. Traitement : 3.750, 4.250, 4.750, 5.250, 5.625 francs. Augmentation tous les trois ans. Indemnité de résidence : 787 fr. 50, indemnité de fonctions : 375 francs.

COMPTABLES DE CAISSE SUPÉRIEURE (*Ober Postkassenbuchhalter*). — Secrétaires supérieurs chargés de la tenue des livres de la caisse supérieure. Il y en a 4 à Strasbourg et 2 à Metz. Traitement : 2.625, 3.125, 3.625, 4.125, 5.125, 5.625 francs. Augmentation de 500 francs tous les trois ans. Indemnité de résidence : 787 fr. 50. Supplément de solde de 375 francs attribué dans les mêmes conditions qu'aux secrétaires supérieurs.

SECRÉTAIRES (*Commis*). — *Les secrétaires, qui n'existent en principe que dans les bureaux d'exploitation, sont en somme des commis d'un rang plus élevé, ayant satisfait à un examen du second degré, des agents qui sont destinés aux fonctions de secré-*

taires supérieurs et s'y préparent. Il n'y a pas de situation analogue en France. La plupart des travaux réservés en Allemagne aux secrétaires sont effectués en France par les commis. — Les secrétaires (Postsekretäre ou Telegraphen sekretäre) recrutés par voie d'examen parmi les assistants comptant au moins six ans de service en cette qualité, sont affectés aux bureaux de 1^{re} classe. Ils sont chargés des travaux qui nécessitent des connaissances plus étendues que celles que possèdent les assistants et auxquels s'attache une responsabilité plus grande ; ils sont les auxiliaires des secrétaires supérieurs, qu'ils peuvent remplacer au besoin.

Ils peuvent aussi remplacer les receveurs des bureaux de 2^e classe (Postmeister), être détachés temporairement à la Direction supérieure et chargés de la gestion de bureaux de ville (succursales).

En principe, il n'y a pas de secrétaires dans les directions.

Les 29 bureaux de 1^{re} classe d'Alsace et de Lorraine comportaient un effectif de 103 secrétaires. Traitement : 2.250, 2.750, 3.250, 4.250, 4.625, 5.000, 5.250 francs. Avancement tous les trois ans. Indemnité de logement : 562 fr. 50, 650 francs, et 787 fr. 50 selon la résidence.

Les assistants supérieurs et les receveurs de bureaux de 3^e classe qui n'ont pas passé l'examen de secrétaire peuvent, 18 ans après leur commissionnement, recevoir le titre de secrétaire ; mais ils n'en exercent pas les fonctions et n'en reçoivent pas le traitement.

RECEVEURS DE BUREAU DE 3^e CLASSE (Receveurs de bureau simple de 2^e ou de 3^e classe). — Les bureaux allemands de 3^e classe peuvent être assimilés, selon le cas, à des recettes simples de 2^e ou de 3^e classe). — Les bureaux de 3^e classe sont gérés par des assistants qui ont le titre de Postverwalter et qui sont secondés par des dames-employées ou des aides, et, dans quelques bureaux importants, par un assistant.

Il y a 123 bureaux de 3^e classe en Alsace-Lorraine. Traitement égal à celui des assistants : de 2.250 à 4.500 francs. Indemnité de fonctions de 250 francs. Logement gratuit. Indemnité de loge-

ment non perçue mais fixée, pour le calcul de la pension, à 682 fr. 50.

ASSISTANTS ET ASSISTANTS SUPÉRIEURS (*Commis et expéditionnaires*). — Les assistants et assistants supérieurs (*Postassistent, Telegraphenassistent, Ober Postassistent, Ober Telegraphenassistent*) ont les mêmes attributions que les commis en France, avec cette différence que les travaux les plus délicats ne sont pas confiés aux assistants, mais aux secrétaires.

Il n'y a aucune différence de fonctions ou de traitement entre les assistants et les assistants supérieurs. Le titre d'assistant supérieur est attribué à l'ancienneté et ne confère aucun avantage particulier, ni aucune autorité sur les autres agents.

Il y a des assistants dans les bureaux de 1^{re} et de 2^e classe et dans les bureaux de 3^e classe les plus importants.

Des assistants ou des assistants supérieurs sont également affectés aux directions en qualité d'employés de bureau (*Bureau-beamten*) de 2^e classe. Ils sont chargés des travaux de rédaction de minime importance, de la vérification de certaines pièces de comptabilité, de la tenue des registres, de l'enregistrement des pièces. La direction de Strasbourg compte 35 assistants; celle de Metz 18.

Après un stage d'au moins quatre années, en qualité de *Postgehilfen* les assistants reçoivent une rétribution qui est fixée la première année à 5 francs et qui peut s'élever jusqu'à 6 fr. 25 par augmentation de 0 fr. 3125 chaque année.

Cinq ou six ans après l'examen d'assistant, les assistants sont commissionnés. Leur traitement est alors fixé ainsi qu'il suit : 2.250, 2.625, 2.937 fr. 50, 3.250, 3.562 fr. 50, 3.875, 4.187 fr. 50, et 4.500 francs. Indemnité de logement : 562 fr. 50, 650 francs et 787 fr. 50 selon la résidence.

Une indemnité de fonctions de 187 fr. 50 ou de 250 francs est attribuée aux assistants de la direction supérieure chargés de certains services ; chefs des bureaux de comptabilité des mandats, de comptabilité des rentes, de classement, d'expédition, du dépôt du matériel, etc.

Une indemnité de responsabilité variant de 15 à 375 francs par an est attribuée aux agents qui manipulent des fonds.

STAGIAIRES (*Surnuméraires*). — Les candidats à l'emploi d'assistant effectuent un stage de quatre ans au moins et de six ans au plus, non compris le service militaire.

Les stagiaires (*Postgehilfen*) ne sont pas rétribués. Mais ceux qui sont suffisamment exercés peuvent être occupés en renfort ou en remplacement et reçoivent alors une rémunération de 3 fr. 44 par jour pour la 1^{re} et 2^e année et de 3 fr. 75 ensuite, à laquelle s'ajoute, s'il y a lieu, une indemnité pour frais de déplacement.

COPISTES (*Expéditionnaires*). — Les copistes (*Kanzlisten*) sont recrutés exclusivement parmi les anciens militaires comptant au moins douze ans de service.

Ils sont chargés, dans les directions, de la vérification de la comptabilité, de travaux d'ordre (enregistrement des pièces, classement des dossiers, etc.).

Il y en a 4 à Strasbourg, 3 à Metz. Traitement égal à celui des assistants : 2.250, 2.625, 2.937 fr. 50, 3.250, 3.562 fr. 50, 3.875, 4.187 fr. 50, 4.500 francs. Indemnité de logement : 787 fr. 50.

DAMES-EMPLOYÉES (*aides, dames-employées, surveillantes, surveillantes principales, dames-dactylographes*). — Les dames-employées (*Postgehilfsinnen* ou *Telegraphen gehilfsinnen*) sont occupées dans les directions, aux travaux de dactylographie, de comptabilité, des mandats-poste, des chèques et des rentes; dans les bureaux d'exploitation, au service télégraphique et téléphonique, à la comptabilité des mandats, à la dactylographie, au guichet, etc.

Les dames-employées débutent au salaire de 3 fr. 75 par jour la première année; ce salaire est augmenté de 0 fr. 1875 par jour jusqu'au maximum de 5 francs qui est atteint la huitième année. Elles sont ensuite commissionnées et reçoivent un traitement de 1.625, 1.787 fr. 50, 1.950, 2.100, 2.250 francs par avancement

tous les trois ans. Indemnité de logement : 275, 375, 450, 550 francs.

*
* *

Agents des services techniques.

SECRÉTAIRES D'ARCHITECTURE (*Il n'y a pas d'emploi analogue en France*). — Les secrétaires d'architecture (*Postbausekretär*) sont adjoints au conseiller architecte pour l'exécution de tous travaux techniques (plans, devis, etc.) du service de construction ; ils ont qualité pour vérifier et approuver les mémoires dont le montant n'excède pas une somme fixé à 1.000 marks à Strasbourg, à 3.000 marks à Metz.

Il y a un secrétaire d'architecture à Strasbourg et un à Metz, ce dernier relevant au point de vue technique du conseiller architecte de Strasbourg.

Ils sont assimilés aux secrétaires supérieurs. Traitement de 2.625 à 5.625 francs par échelons de 500 francs tous les trois ans. Indemnité de logement de 787 fr. 50. Suppléments de solde de 375 francs attribué dans les mêmes conditions qu'aux secrétaires supérieurs.

CONDUCTEURS DE TRAVAUX (*Conducteurs de travaux, chefs surveillants*). — *Bien que les fonctions de chef surveillant et de conducteur de travaux en France ne correspondent pas exactement à celles de conducteur de travaux en Allemagne, on peut mettre en parallèle les traitements y afférents. Il y a lieu de noter que le chef surveillant est un sous-agent, tandis que le conducteur de travaux, en Allemagne comme en France, est un agent.* — Le territoire d'une direction supérieure est divisé au point de vue électrique en secteurs. Dans chaque secteur est placé un conducteur de travaux (*Bauführer*) relevant directement de la direction supérieure.

Le conducteur de travaux dirige et surveille la construction et l'entretien du réseau électrique de son secteur ; il instruit les demandes d'installation de lignes et de postes d'abonnés et établit les projets de construction de lignes de minime importance.

Il dispose d'une équipe composée d'une dizaine d'ouvriers non commissionnés; commandée par un chef d'équipe; cette équipe s'occupe indifféremment des lignes et des installations de postes. Il embauche et congédie les ouvriers selon leurs aptitudes professionnelles ou les besoins du service. Il dispose de crédits pour le paiement des ouvriers, l'achat de petit matériel et l'entretien de l'outillage.

Il est également chargé des pourparlers avec les autorités civiles ou les particuliers pour les questions de voirie, d'occupation d'immeubles, etc.

Les conducteurs de travaux sont choisis parmi les assistants jeunes, pourvus d'une solide instruction technique générale, connaissant les principes de la construction des lignes et de l'installation des postes et ayant l'aptitude physique nécessaire (santé robuste, absence de vertiges).

Un certain nombre de conducteurs de travaux proviennent, comme nos chefs surveillants, d'anciens militaires présentant certaines garanties.

Il y a 16 conducteurs de travaux en Alsace et 8 en Lorraine.

Les conducteurs de travaux ont le grade d'assistant et reçoivent le traitement alloué à cette catégorie, soit de 2.250 à 4.500 francs. Indemnité de logement : 562 fr. 50, 650 francs, 787 fr. 50 suivant la résidence. Indemnité pour travail extérieur dans la résidence ou la banlieue et usure d'effets, de 1 fr. 50 à 2 fr. 50 par jour selon la résidence. Indemnité de déplacement.

RÉGISSEURS (*Agents mécaniciens principaux*). — Recruté parmi les mécaniciens, le régisseur (*Lagerverwalter*) dirige l'atelier de réparations et tient la comptabilité-matières des appareils télégraphiques et téléphoniques; il a sous ses ordres un ou deux mécaniciens. Il y en a un à Metz.

Les régisseurs sont assimilés aux assistants. Traitement de 2.250 à 4.500 fr. Indemnité de logement : 787 fr. 50.

MÉCANICIENS (*agents mécaniciens*). — Les mécaniciens des télégraphes (*Telegraphen Mechaniker*) sont chargés de la surveil-

lance, de l'entretien, de la réparation des appareils télégraphiques et téléphoniques. Il y en a 7 en Alsace et 3 en Lorraine. Traitement : 1750, 2062 fr. 50, 2375, 2687 fr. 50, 3000, 3250, 3500, 3750 francs. Indemnité de logement : 650 et 787 fr. 50 selon la résidence.

MACHINISTES (*chauffeurs machinistes*). — Les machinistes (*Maschinisten*) sont notamment affectés au service pneumatique, à l'entretien des ascenseurs, des accumulateurs de wagons-poste, etc. Il y en a 1 à Metz. Traitement comme les mécaniciens. Indemnités de logement : 787 fr. 50.

AIDES-MÉCANICIENS (*mécaniciens temporaires*). — Situation de début des mécaniciens. Recrutés parmi les ouvriers en mécanique de précision, âgés de 30 ans au plus et comptant au moins 4 ans d'apprentissage, les aides mécaniciens (*Telegraphen hilfs-mechaniker*) ne sont pas commissionnés. Ils reçoivent une rétribution de 1875 fr. la 1^{re} année, 1975 fr. la 2^e, 2075 fr. la 3^e, 2175 fr. la 4^e et 2250 la 5^e. Pas d'indemnité de logement.

AIDES-MACHINISTES (*Hilfsmachinisten*). — Situation de début des machinistes. Même salaire que les aides-mécaniciens.

Sous-agents.

SOUS-AGENTS SUPÉRIEURS (*Ces fonctions équivalent à peu près à celles de facteur-chef, d'entreposeur, de brigadier chargeur et de sous-agent manipulateur*). — Les sous-agents supérieurs (*Oberpostschaffner*) sont recrutés par voie d'examen parmi les sous-agents commissionnés de la classe des gardiens de bureau et facteurs de ville présentant des garanties sérieuses.

Ils sont affectés aux bureaux de 1^{re} classe et aux bureaux de 2^e classe les plus importants et sont chargés de tout ou partie des services ci-après, selon l'importance des bureaux : surveillance des facteurs au bureau et du relevage des boîtes ; mise en route et réception des facteurs à leur retour ; réception et ouverture des dépêches ; tri des correspondances de départ et tri général

des correspondances d'arrivée (*Sortierer*) ; manipulation et inscription sur les carnets de distribution des objets recommandés, des recouvrements, des envois contre remboursement ; surveillance du service des colis (*Leiter des Päckereidienster*) réception des colis au guichet (à l'exception des colis avec valeur déclarée) (*Paketannahmeunterbeamte*) ; surveillance du chargement des voitures et des facteurs distributeurs, de la réception des facteurs de colis à l'issue de leur tournée ; surveillance du service de distribution des télégrammes ; vente des timbres-poste ; dans les gares importantes, surveillance du transbordement des dépêches et des colis ; dans les wagons-poste, manipulation des correspondances, transport des dépêches sur les lignes principales (*Bahnpostschaffner auf Hauptstrecken*).

L'Administration allemande tend à étendre de plus en plus les attributions des sous-agents supérieurs et à leur confier des services qui, en France, ne sont assurés que par des agents.

Traitement : 1.750, 1.900, 2.050, 2.200, 2.350, 2.500, 2.625 fr. ; avancement tous les trois ans. Indemnité de logement : 275, 362 fr. 50, 450 fr. selon la résidence. Indemnité de responsabilité aux sous-agents qui manipulent des fonds : de 30 à 225 fr. par an (en réalité, aucun sous-agent ne touche le maximum qui correspond à une recette annuelle de plus de 750.000 fr.).

Sous-agents des directions et des caisses supérieures (*gardiens de bureau des directions*). — Les traitements des sous-agents des directions et des caisses supérieures (*Unterbeamte bei den Ober Postdirektionen*) est de 1.625, 1.737 fr. 50, 1.850, 1.950, 2.050, 2.150, 2.250 fr., avec avancement tous les trois ans. Indemnité de logement : 450 fr.

Gardiens de bureau (*gardiens de bureau sédentaire, courriers ambulants, chargeurs, courriers-convoyeurs*). — A la différence du service français qui ne comporte des emplois de gardiens de bureau que dans les recettes composées, tous les bureaux allemands sont pourvus d'un ou de plusieurs gardiens de bureau (*Postschaffner*).

Les *Postschaffner* sont chargés du service intérieur des bureaux, du relevage des boîtes, du timbrage des correspondances, de la manipulation des dépêches, de la garde des salles d'attente, de la réception et de la livraison au guichet des colis postaux, du transport des dépêches et des colis postaux en chemin de fer (*Bahnpostschaffner*) ou entre la gare et le bureau (*Begleiter*).

Dans les bureaux de 2^e et de 3^e classe ayant un personnel restreint, ils peuvent être chargés, en outre, des travaux de peine, de nettoyage, de la distribution des télégrammes et, par roulement avec les facteurs locaux, de la distribution des correspondances.

Traitement : 1.500, 1.612 fr. 50, 1.725, 1.837 fr. 50, 1.950, 2.050, 2.150, 2.250 fr. Avancement tous les trois ans. Indemnité de logement : 187 fr. 50, 275, 362 fr. 50, 450 francs selon la résidence.

FACTEURS DE VILLE, FACTEURS LOCAUX (*En Allemagne tous les sous-agents du service de distribution locale affectés à des recettes, c'est-à-dire tous les facteurs locaux autres que ceux attachés à une agence postale sont assimilés aux facteurs de ville. Il n'est fait aucune différence de traitement entre le facteur local et le facteur de ville*). — Les sous-agents du service de distribution locale sont désignés sous le nom de *Briefträger* (facteur).

Ils peuvent remplir les fonctions de *Schaffner* (gardien de bureau) par roulement avec les *schaffner* du bureau.

Certains facteurs (*Geldbriefträger*) sont chargés spécialement du paiement des mandats et des chèques à domicile, du recouvrement des effets de commerce, des redevances téléphoniques et de l'encaissement des remboursements, de la distribution des lettres chargées.

Enfin, dans les villes, d'autres facteurs (*Paketbesteller*) sont chargés de la distribution locale des colis postaux et de la réception des colis en cours de tournée. Traitement : 1.500, 1.612 fr. 50, 1.725, 1.837 fr. 50, 1.950, 2.050, 2.150, 2.250 fr. Avancement tous les 3 ans. Indemnité de logement : 187 fr. 50, 275, 362 fr. 50,

450 francs selon la résidence. Indemnité de responsabilité aux sous-agents qui manipulent des fonds : de 5 à 75 francs selon l'importance des opérations.

FACTEURS RURAUX (*Landbriefträger*). — **FACTEURS LOCAUX DES AGENCES POSTALES.** — Emplois réservés aux candidats militaires ou à défaut aux postillons, *Postboten*, jeunes facteurs des télégraphes, ouvriers et chefs d'équipe des télégraphes comptant au moins 6 ans de service. Traitement : 1.500, 1.562 fr. 50, 1.625, 1.687 fr. 50, 1.750, 1.812 fr. 50, 1.875 francs. Avancement de 62 fr. 50 tous les trois ans. Indemnité de logement : 187 fr. 50, 275, 362 fr. 50, 450 francs selon la résidence. Remises aux facteurs ruraux pour la distribution des colis postaux : 0 fr. 25 par colis de plus de 2 kg. 1/2.

POSTBOTEN (*il n'y a pas d'emploi similaire en France*). — Le *Postboten* est le sous-agent au début de la carrière. Il est chargé de la distribution des correspondances et des télégrammes, du service intérieur du bureau, du transport des dépêches. Il n'est pas commissionné, mais il effectue le même service que les sous-agents commissionnés.

Les *Postboten* sont commissionnés soit dans la classe des facteurs ruraux après un minimum de six ans de services administratifs et militaires, soit dans la classe des facteurs de ville ou gardiens de bureau après neuf ans au moins de service total ; l'ancienneté exigée est moindre pour les *Postboten* provenant de candidats militaires.

Ils reçoivent un salaire journalier dont le minimum est de 3 fr. 75, 4 fr. 125 et 4 fr. 50 suivant les conditions d'existence dans les diverses localités. Ce salaire est augmenté de 0 fr. 125 par jour pour chaque année de service jusqu'à la onzième, de manière à pouvoir atteindre 5 fr., 5 fr. 375 ou 5 fr. 75.

FACTEURS AUXILIAIRES (*Posthilfsboten*). — Sous-agents non commissionnés employés en permanence à un service d'une

durée inférieure à 7 heures par jour ou à 42 heures par semaine. Salaire variable selon la durée du travail et les conditions de l'existence dans la localité.

FACTEURS DES TÉLÉGRAPHES (*Telegrammbesteller*). — Ne constituent pas une catégorie spéciale. Appartiennent soit à la catégorie des *Postboten*, soit à celle des facteurs de ville ou des gardiens de bureau.

JEUNES FACTEURS DES TÉLÉGRAPHES (*Jugendliche Telegrammbesteller*). — Sous-agents non commissionnés, recrutés parmi les candidats âgés de 16 à 18 ans. Salaire calculé d'après le nombre des télégrammes distribués ou à la journée de manière à correspondre à peu près au salaire des *Postboten*.

Sous-agents des services techniques.

SURVEILLANTS SUPÉRIEURS DES LIGNES. — Les *Oberleitungsaufseher* ont les mêmes attributions que les surveillants (entretien des lignes, recherche et réparation des dérangements, installations et entretien des postes d'abonnés) mais ils effectuent particulièrement des travaux plus délicats. Ils sont affectés à des bureaux de 1^{re} classe et aux plus importants bureaux de 2^e classe.

Ils sont recrutés par voie d'examen parmi les surveillants des lignes de 1^{re} classe qui présentent des garanties sérieuses. Il y en a 29 en Alsace et Lorraine. Traitement: 1.750, 1.900, 2.050, 2.200, 2.350, 2.500, 2.625 fr. Avancement tous les 3 ans. Indemnité de logement: 275, 362 fr. 50, 450 fr.

SURVEILLANTS DES LIGNES. — Les surveillants des lignes (*Leitungsaufseher*) sont chargés de l'entretien des lignes, de la recherche et de la réparation des dérangements, de l'installation et de l'entretien des postes d'abonnés ne présentant pas de difficultés particulières; dans les bureaux moins importants ils participent à la distribution des télégrammes et au service intérieur des bureaux. Ils sont affectés à des bureaux de 1^{re} et 2^e classe et à quelques bureaux importants de 3^e classe.

Ils sont généralement recrutés parmi les chefs d'équipe et ouvriers des Télégraphes comptant au moins six ans de services civils et militaires.

Il y en a 78 en Alsace et Lorraine. Il y a deux classes de surveillants dont les traitements sont les suivants : 2^e classe : 1.500 à 1.875 fr., par échelons de 62 fr. 50 tous les trois ans ; 1^{re} classe : 1.500, 1.612 fr. 50, 1.725, 1.837 fr. 50, 1.950, 2.050, 2.150, 2.250 fr. Indemnité de logement : 187 fr. 50, 275, 362 fr. 50, 450 fr. selon la résidence.

CHEFS D'ÉQUIPE DES TÉLÉGRAPHES. — Les chefs d'équipe (*Telegraphen vorarbeiter*) sont chargés de la surveillance d'une équipe tout en participant aux travaux des ouvriers.

Ils ne sont pas commissionnés ; ils reçoivent un salaire journalier dont le minimum est de 3 fr. 75, 4 fr. 125 et 4 fr. 50 suivant les localités, et qui peut atteindre 5 fr., 5 fr. 375 et 5 fr. 75 par augmentations de 0 fr. 125 par jour et par année.

Ils reçoivent, en outre, une indemnité de fonctions de 1 fr. 875 par jour. Lorsqu'ils sont occupés à des travaux de construction à plus de deux kilomètres de leur résidence, ils ont droit à un supplément de salaire de 2 fr. 81 (*Zehrgeld*). Ils sont remboursés de leurs frais de voyage en chemin de fer, en 3^e classe.

OUVRIERS DES TÉLÉGRAPHES. — (*Telegraphenarbeiter*). — Sous-agents non commissionnés chargés de la construction et de l'entretien des lignes, ainsi que de l'installation des postes.

Recrutés de préférence parmi les charpentiers, couvreurs, plombiers, etc. Salaire fixé par la direction supérieure d'après les salaires des ouvriers de la même profession, la résidence et le genre d'occupation : minimum de 6 fr. 25 à 6 fr. 875 ; maximum de 8 fr. 125 à 8 fr. 75, avec augmentation de 0 fr. 125 ou de 0 fr. 25 par jour et par an, de manière que le maximum soit atteint après douze ans de service. Supplément de salaire : 0 fr. 25, 0 fr. 625, 1 fr. 50, 1 fr. 875 par jour selon la nature des travaux effectués. Indemnités pour heures supplémentaires de service de nuit. Remboursement des frais de voyage en chemin de fer en 4^e classe.

Les ouvriers et chefs d'équipe peuvent être commissionnés en qualité de facteur rural ou de surveillant des lignes de 2^e classe après six ans au moins de service; en qualité de facteur de ville, gardien de bureau et surveillant des lignes de 1^{re} classe après un minimum de neuf ans de service.

POSTBOTEN DU SERVICE DE SURVEILLANCE DES LIGNES. — Participent aux travaux des équipes. Emploi de début. Salaire journalier dont le minimum est de 3 fr. 75, 4 fr. 125 ou 4 fr. 50 suivant les localités, avec augmentation de 0 fr. 125 par jour et par année de service jusqu'à la onzième (maximum : 5 fr., 5 fr. 375 ou 5 fr. 75). Indemnité de déplacement pouvant atteindre 3 fr. 125 par jour.

Personnel ne faisant pas partie des cadres.

GÉRANTS D'AGENCE POSTALE. — Les agences postales (*Postagenturen*) fonctionnent dans les communes rurales dont l'importance ne justifie pas l'installation d'une recette. Elles sont gérées par des particuliers (commerçants, fonctionnaires retraités, veuves ou filles d'employés, agents d'autres administrations) et effectuent les mêmes opérations que les bureaux gérés par des fonctionnaires, y compris l'expédition et la distribution des correspondances; le service télégraphique et le service téléphonique; elles relèvent d'un bureau de poste en ce qui concerne le service de la comptabilité.

Le gérant supporte tous les frais de fonctionnement du service (loyer, entretien, éclairage); toutefois, l'Administration participe aux frais des agences les plus importantes par une allocation de 250 francs. Le gérant reçoit une rétribution de 750 à 1.500 fr., selon l'importance du trafic. Cette rétribution a été augmentée de 50 % pendant la guerre.

GÉRANTS D'OFFICE AUXILIAIRE (*Nos recettes auxiliaires ont des attributions plus étendues que les offices auxiliaires, mais elles sont loin de rendre les mêmes services que les agences postales*

allemandes). — Les Offices auxiliaires (*Posthilfstellen*) servent d'intermédiaire entre le public et le facteur pour l'expédition des mandats, des versements à un compte de chèques, des objets recommandés, des valeurs à recouvrer, des colis postaux. Quelques-uns effectuent la livraison au guichet des colis postaux et des journaux, ainsi que la distribution locale. La plupart sont pourvus du téléphone.

Les *Posthilfstellen* sont gérés par des particuliers qui reçoivent une indemnité annuelle de 37 fr. 50, 50, 60 ou 62 fr. 50 selon l'importance du trafic. La moitié environ reçoivent la rétribution minimum. La rétribution est élevée à 84 fr. 25 pour les gérants qui effectuent la distribution à domicile et assurent un service de courrier (une dizaine seulement en Alsace-Lorraine).

Indemnités de guerre.

(a) Agents commissionnés (budgétaires)	TRAITEMENT NON COMPRIS L'INDEMNITÉ DE LOGEMENT		
	jusqu'à 2875 f. (a) — 3250 (b)	de 2876 à 6000 (a) de 3251 à 6375 (b)	de 6001 à 9750 (a) de 6376 à 10195 (b)
Célibataires.....	150 frs	néant	néant
Mariés sans enfants.....	225	180 frs	néant
— avec 1 —	405	345	150 frs
— — 2 —	600	525	315
— — 3 —	807	720	495
— — 4 —	1035	930	690
— — 5 —	1275	1155	900
— — 6 —	1530	1395	1125
— — 7 —	1800	1650	1365

Indemnités de cherté de vie.

	A Strasbourg, Metz, Mulhouse, Colmar, etc.		Autres résidences	
	Célibataires jusqu'au traitement de 9.750	Mariés jusqu'au traitement de 16.250	Célibataires jusqu'au traitement de 9.750	Mariés jusqu'au traitement de 16.250
Directeurs supérieurs.....	945	1350	787,50	1125
Fonctionnaires supérieurs....	840	1200	742	1060
Agents.....	735	1050	612,50	875
Dames-employées.....	630	900	525	750
Sous-agents.....				

En plus par enfant 10 % de l'indemnité mentionnée dans les colonnes 3 et 5.

..

L'HOTEL DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES DE STRASBOURG

L'Hôtel des Postes de Strasbourg est construit dans la partie de la ville édifiée depuis vingt-cinq ans environ. Il remplace l'ancien Hôtel des Postes qui était place de la Cathédrale, et que le développement des services avait rendu insuffisant.

Dès 1888 on dut prévoir l'abandon prochain de ce bâtiment trop exigu. Les premières études statistiques, nécessaires à la détermination des données du nouvel hôtel des Postes, datent de cette époque. Elles révèlent des accroissements considérables dans toutes les branches du service et déterminent presque immédiatement l'acquisition d'un terrain suffisant pour satisfaire aux projets les plus étendus à réaliser ultérieurement.

Il était difficile, en effet, devant la marche ascendante du trafic, d'arrêter assez exactement des prévisions, et l'idée de cette ascension est donnée par la variation du chiffre de la population de Strasbourg, qui, de 86,550 habitants en 1889, avait atteint 180.000 en 1913.

Un terrain fut acquis au nord de la ville, sur l'emplacement des remparts, près du confluent de l'Ill et de l'Aar. L'acte de vente date du 25 août 1888. La ville de Strasbourg céda une superficie de 11.274 mètres carrés au prix de 625.000 francs, mais dans cette somme était comprise celle de 124.780 francs par laquelle l'administration allemande se libérait, envers la ville, de la servitude de viabilité qui frappe les riverains. Ce chiffre élevé s'explique parce que l'immeuble est encadré par quatre rues.

Le paiement eut lieu en cinq versements échelonnés sur cinq exercices budgétaires : les deux premiers de 62.500 francs chacun, le troisième de 125.000 francs, les deux derniers de 187.000 francs chacun.

Le terrain acheté fut loué comme chantier de taille de pierres et dépôt de matériel, pendant que se poursuivaient, par les soins de la Direction Supérieure (Direction régionale) les études préliminaires à l'établissement d'un projet. L'office allemand évita par cette acquisition anticipée du terrain, les plus-values importantes qui se produisirent lors de l'édification des nouveaux quartiers de Strasbourg.

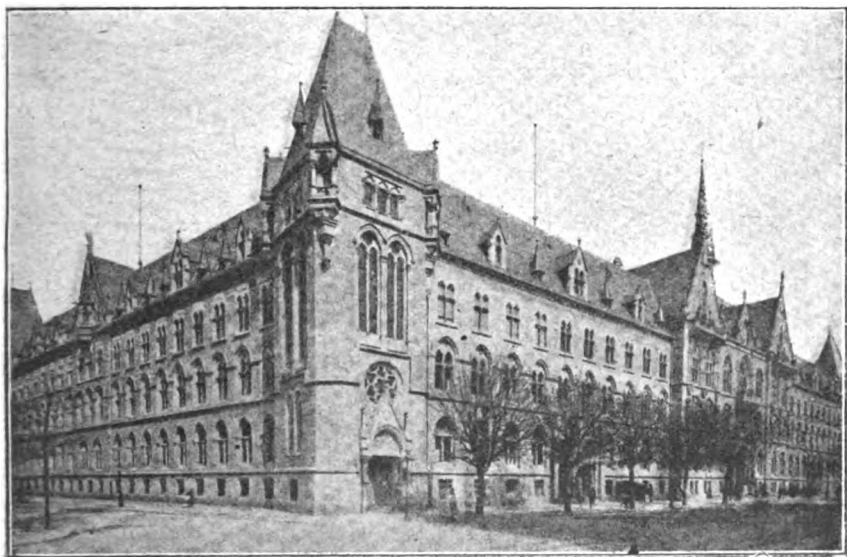
Le projet de bâtiment fut présenté en 1895 par la Direction Supérieure. Le service des bâtiments est dirigé par deux architectes, l'un conseiller, l'autre inspecteur, ayant acquis tous deux la qualité d'architectes par les études spéciales et les diplômes qui la confèrent, et attachés comme fonctionnaires spécialistes aux cadres de l'Administration. Le projet concluait à l'édification d'un hôtel des Postes pouvant satisfaire aux besoins des services d'exécution et de la Direction Supérieure pendant une période de 30 années. Il fut approuvé, et les travaux commencèrent fin avril 1896.

Le devis prévoyait une dépense de 2.995.000 francs. Cette somme ne fut pas atteinte parce qu'on trouva à peu de profondeur un terrain solide, ce qui assura une économie de 293.000 francs sur les sommes prévues pour les fondations.

Le montant de cette économie fut reporté sur les autres parties de la construction, mais le total du devis général ne fut pas atteint : on réalisa une économie de 24.400 francs.

Les travaux de construction durèrent plus de trois ans. Le bâtiment fut livré en août 1899 et les services s'y installèrent successivement. L'inauguration eut lieu le 12 novembre 1899.

Considéré dans son ensemble, le bâtiment forme un quadrilatère dont les côtés ont 118 mètres sur la rue de la Marseillaise que borde la façade principale, 115 mètres sur l'avenue de la Liberté parallèle à l'avenue de la Marseillaise, et 84 et 111 mètres sur les rues reliant entre elle ces deux avenues.



Hôtel des Postes et Télégraphes de Strasbourg.

L'aile qui borde l'avenue de la Marseillaise (ancienne avenue Hohenlohe) est doublée par une aile parallèle, et ces deux ailes sont reliées entre elles par des corps de bâtiments transversaux qui ménagent dans les intervalles plusieurs cours d'éclairage. La superficie bâtie est de 6.453 mètres carrés. Au centre est une vaste cour de 45 mètres sur 95 mètres dans laquelle pénètrent les tramways qui assurent le transport des objets de correspondance et des colis postaux entre le bureau et la gare.

Les quatre façades du bâtiment sont en grès des Vosges. On

s'est attaché à lui donner un aspect gothique. Toutes les fenêtres, toutes les portes sont ogivales. Les fenêtres sont croisillonnées ; celles du premier et du second étage sont géminées par une colonnette en grès rouge.

Chacun des quatre angles du bâtiment est marqué par une tour carrée occupée par un escalier. Ces tours sont ornées à leurs trois angles libres d'une tourelle carrée à colonnettes, posée en encorbellement.

On entre dans la cour intérieure par des voûtes reposant sur des colonnes et la rangée des colonnes extérieures est en granit rouge poli. Aux entrées principales, de même qu'aux tours d'angle, l'ornementation se complique : les fenêtres sont triples et le tympan est orné d'une rosace ajourée. Les fermes sont entièrement en fer, la toiture en ardoises. Le toit est compliqué de clochetons, de lucarnes, de pignons eux-mêmes ornements de fleurons et de gargouilles. Le centre de la façade principale est surmonté d'un clocher à flèche.

Dans l'ensemble, le bâtiment est d'un imposant aspect malgré son air pseudo-gothique et, en certains endroits, la superfétation des ornements.

Aménagements. — Tous les services d'exécution sont dans le bâtiment, y compris celui des colis postaux qui était assuré par les soins de l'office allemand.

Le rez-de-chaussée est surélevé de 2 mètres par rapport au sol et à 5 mètres de haut. La poste y est installée en totalité.

Le public dispose de deux salles d'attente, l'une de 21 mètres sur 12 mètres pour l'exécution des opérations postales proprement dites, l'autre de 14 mètres sur 10 mètres pour le dépôt des colis postaux. La salle du tri des facteurs mesure 45 mètres sur 9 m. 50 et suffit largement aux nécessités bien comprises du tri pour 82 tournées de distribution. La salle de l'arrivée et du départ mesure 60 mètres sur 10 mètres.

Le télégraphe occupe deux salles au premier étage (4 m. 70 de haut) et le téléphone plusieurs salles du second (4 m. 50 de haut). L'un et l'autre sont installés dans les mêmes conditions que le service postal et des salles voisines permettent l'extension de

tous ces services pendant une période certainement supérieure à celle de trente années prévue à l'origine.

Les bureaux de la Direction Supérieure (Direction régionale) occupent le premier et le second étage. Un couloir sur lequel débouchent tous les bureaux dessert chaque étage, sauf interruption à l'angle occupé par les appartements privés des fonctionnaires. Le plafond de ces couloirs constitue une succession de voûtes d'arrêtes séparées les unes des autres par un bandeau ogival prenant naissance soit sur des colonnes, soit sur des culs-de-lampes ornements.

Trois fonctionnaires allemands étaient logés dans le bâtiment. Ces sont : le Directeur supérieur au 1^{er} étage (10 pièces), le Directeur (Receveur) des Postes et le Directeur (Receveur) des télégraphes et des téléphones, tous deux au second étage (chacun 6 pièces). Le concierge et le chauffeur du calorifère logent au troisième étage.

Ainsi que les locaux de service, les bureaux sont largement suffisants pour tous les besoins auxquels ils étaient destinés pour une période de trente années.

L'examen des superficies utilisables suffit à donner une idée de l'importance du bâtiment : caves, 3.623 m² ; rez-de-chaussée, 5.087 m² ; 1^{er} étage, 4.194 m² ; 2^e étage, 4.278 m² ; 3^e étage, 4.359 m² ; soit au total : 21.544 m².

Le coût de l'immeuble est de 2.970.600 francs. Dans cette somme n'entre pas la valeur de l'ameublement intérieur qui est entièrement fourni par l'office allemand y compris le bureau du Directeur supérieur (Directeur régional) et ceux des receveurs des Postes et du chef du poste central.

Pour toutes les parties du service, cet ameublement est parfaitement adapté aux nécessités. Il comporte, outre des bureaux de dimensions suffisantes, des pupitres, des casiers, des classeurs, des bibliothèques en nombre convenable à l'exécution aisée du travail.

Les parquets des bureaux sont recouverts de linoléum, ainsi que les couloirs qui les desservent. Dans la somme énoncée entre le prix des installations accessoires.

Énergie électrique. — La canalisation fut établie gratuitement par la compagnie de distribution moyennant la garantie de la fourniture totale pendant quinze années de l'énergie nécessaire au bâtiment :

a) Pour l'éclairage au tarif de 67 centimes le kilowatt-heure, jusqu'à 30.000 kilowatt-heure et de 48 centimes au delà ;

b) Pour la force au tarif uniforme de 21 centimes.

Les deux premiers de ces chiffres devaient être abaissés à 54 et 43 centimes à partir de 1904.

A l'expiration du contrat, en 1914, de nouvelles conditions furent consenties et y compris les relèvements apportés aux de vente de l'énergie électrique, les prix sont actuellement de 40 centimes le kilowatt-heure pour la lumière, et de 25 centimes pour la force. La dépense totale d'éclairage a été, pour 1917, de 22.800 francs.

Installations sanitaires. — La dépense s'est élevée à 39.800 francs ; ce chiffre est des plus modiques en regard du développement de ces installations qui comprennent celles des appartements privés des trois fonctionnaires logés dans le bâtiment et en outre une salle de douches installée dans les sous-sols pour le personnel sous-agent.

Chauffage. — Le chauffage est assuré par un calorifère à vapeur d'eau à basse pression dont l'installation est revenue à 120.000 francs. Il peut être alimenté par 11 chaudières dont 4 reconnues d'un système défectueux sont inutilisées en marche normale et dont 7, après avoir été remplacées par des chaudières à meilleur rendement suffisent au service. Elles présentent ensemble une surface de chauffe de 280 mètres carrés, brûlent quotidiennement une moyenne de 3.000 kgs de coke et fonctionnent 230 jours environ chaque année. La consommation moyenne annuelle étendue à cinq années a été de 745 tonnes de combustible et les frais de chauffage se sont montés pour 1917 à 26.675 francs. Le volume total de chauffe est de 55.500 mètres cubes environ et le chauffage quotidien d'un volume de 100 mètres cubes revient à 25 centimes.

Dès la mise en service, on fut obligé de changer les chau-

dières dont le rendement était très faible. Tel qu'il est, ce calorifère présente une grande défectuosité. Le générateur de vapeur est au centre de l'aile qui borde l'avenue de la Marseillaise. La tuyauterie de vapeur part de ce point, traverse la cour par un souterrain et se distribue en montant dans l'aile opposée qui est orientée au nord et, par conséquent, la plus défavorisée à la fois par son exposition et son éloignement du générateur de vapeur. Au cours de ce long trajet (150 à 160 mètres) les pertes de chaleur sont considérables et, par les temps rigoureux, les étages supérieurs de l'aile nord sont insuffisamment chauffés.

Entrée des lignes télégraphiques et téléphoniques. — Pour assurer la concentration des artères en toitures par lesquelles arrivent en diamètres réduits tous les circuits téléphoniques interurbains, une cour carrée a été édiflée au centre de l'aile nord, du côté de la cour de l'hôtel. Sa plate-forme est carrée et de 9 mètres de côté. Chaque face de la tour est divisée en quatre panneaux pouvant recevoir chacun 70 circuits, soit 280 circuits par face et au total 1120 circuits pour toute la tour. Cette capacité est actuellement très loin d'être utilisée, bien que des circuits internationaux transitant par Strasbourg passent également à la tourelle. Il y a de ce côté une très large marge pour les extensions.

Seuls, les circuits urbains arrivent en souterrains, les uns en très petit nombre par les caves, les autres par des gaines en tôle qui conduisent les câbles jusqu'au répartiteur en montant le long du bâtiment. Il est visible qu'il n'y a pas eu sur ce point important de prévisions en rapport avec les nécessités, car un réseau aussi important que celui de Strasbourg devrait disposer d'une galerie d'accès bien conditionnée pour pénétrer au bureau central.

L'AVIATION ET LA POSTE

Par M. DELFIEU

Ex-lieutenant observateur en avion,
Rédacteur des Postes et Télégraphes

Tous ceux qui ont eu l'occasion de pratiquer l'aviation pendant un certain temps et d'acquérir ainsi, soit comme pilotes, soit comme passagers, quelque expérience en cette matière, sont étonnés du nombre d'idées inexactes qui ont cours dans le public au sujet des avions et, d'une façon générale, des conditions dans lesquelles les vols sont effectués.

Les progrès extraordinaires qui ont été réalisés presque spontanément par ce mode de locomotion, l'utilisation intense qui en a été faite pendant la guerre, les remarquables résultats qui ont été obtenus, tant au point de vue des vitesses atteintes qu'à celui du tonnage transporté, les prouesses et les acrobaties déconcertantes accomplies aujourd'hui communément par la plupart des pilotes, et, il faut bien le dire aussi, le silence qu'on a dû faire sur nos pertes ou nos tentatives malheureuses, ont tellement excité l'imagination de la foule que celle-ci n'est pas loin de penser que l'avion se déplace dans un monde surnaturel qui échappe à la rigueur des lois physiques et mécaniques.

Certains journaux, au lieu d'éclairer l'opinion et de la ramener à des conceptions plus exactes, l'égarent au contraire par des articles hyperboliques pleins de fantaisie et d'exagération. C'est tantôt le récit d'un premier vol effectué par un reporter enthousiaste qui n'a retenu de son voyage que « la griserie de l'espace ou la gloire des soleils couchants ». Une autre fois, c'est l'interview d'un « as » ou d'un homme qui se dit tel, et qui résiste rarement à la tentation de mystifier un journaliste. Tantôt, enfin, c'est le savant ou plus exactement le vulgarisateur qui, s'échappant de son laboratoire, voyage au pays facile de l'hypothèse et

conduit jusqu'aux limites du vraisemblable la courbe des progrès de l'aviation, comme si cette courbe pouvait conserver indéfiniment sa rapide marche ascendante.

Quoi d'étonnant, dès lors, que le public, et non la partie la moins éclairée, réclame des « aérobuses », — ces aérobuses dont on a annoncé à grands fracas les rares voyages heureux — et critique âprement la lenteur de l'Administration à généraliser l'emploi de l'avion comme moyen de transport des correspondances ?

Il ne paraît pas sans intérêt de dire nettement ce que peut l'aviation d'aujourd'hui et surtout ce qu'elle ne peut pas. Peut-être saurons-nous mieux ainsi ce qu'il convient de lui demander et ce qu'il ne faut pas attendre d'elle. C'est faire une œuvre utile que de la débarrasser des légendes qui la paralysent et de réduire à des proportions raisonnables les espoirs qu'on a mis en elle. C'est travailler à ses progrès que de dire franchement qu'elle est loin d'être au point, que son rendement est médiocre et qu'elle n'est, pour le moment, ni sûre, ni régulière, et — disons le mot — ni pratique.

..

Irrégularité, insécurité et cherté excessive, tels sont en effet les défauts essentiels de l'aviation.

Je me propose de les passer rapidement en revue, d'examiner s'ils ne sont pas incompatibles avec les nécessités du service postal et de rechercher un mode d'exploitation susceptible d'en atténuer les inconvénients et les dangers.

1^o IRRÉGULARITÉ

a. — On ne peut pas voler tous les jours.

Des circonstances atmosphériques diverses empêchent les appareils de sortir : la pluie, la neige, les bourrasques et principalement le brouillard rendent les vols dangereux, sinon impossibles. Il ne faut pas demander aux pilotes de renouveler les pro-

diges qu'ils ont accomplis pendant la guerre. La vie d'un équipage pouvait et devait alors être sacrifiée dans un intérêt supérieur, et, en fait, les volontaires n'ont jamais manqué pour tenter les missions les plus désespérées. C'est ainsi que certains ont fait des liaisons d'infanterie en pleine brume, à moins de 50 mètres du sol, que d'autres ont tenu l'air par de véritables tempêtes, que d'autres encore sont rentrés avec les pales de l'hélice brisées par des grêlons, c'est ainsi, — et j'écarte volontairement les risques de guerre — que beaucoup ne sont pas revenus.

En temps de paix, dans un service normalement organisé, si impérieuses que soient les circonstances, il ne se trouvera personne pour aventurer un appareil dans une tourmente où les chances d'accident mortel sont à 90 contre 100; et il ne se présentera aucun pilote pour tenter le voyage.

b. — Les avions ne peuvent pas voler à toutes les heures de la journée.

Celles qui paraissent aux profanes les plus favorables sont souvent les moins propices : les beaux après-midi d'été, par exemple, l'air est intenable de midi à 15 heures. Il est trop léger, trop rare : on dit qu'il n'est pas porteur; la carburation se fait mal; les moteurs chauffent et les couches d'air sont agitées par des courants ascendants qui rendent l'appareil instable et le pilotage difficile et particulièrement périlleux.

c. — Sur 10 avions appelés à prendre l'air, il est sage de compter seulement sur 8 départs, quelques soins que les mécaniciens aient apportés à en reviser minutieusement les organes. L'extrême complexité du moteur, la fragilité de la cellule, la qualité de l'essence, la température ambiante trop basse ou trop haute suivant la saison, sont des sources continuelles de pannes et de retards. Il n'était pas rare de voir, dans les escadrilles les mieux tenues, jusqu'à quatre appareils essayés avant de pouvoir exécuter une seule sortie.

d. — Enfin, si sur 10 appareils prêts à partir, 8 seulement réussissent à s'envoler, combien atteignent la destination qui leur est assignée ?

Ceux qui ont assisté ou participé à des déplacements d'escadrilles savent que lorsque ces déplacements sont de quelque importance, mettons de plus de 150 km., les appareils qui ont pris le départ se retrouvent rarement au complet et sans avaries sur le terrain d'arrivée. Il faut compter avec les équipages qui s'égarent, avec les mille accidents qui peuvent se produire en cours de route, avec l'atterrissage enfin, toujours délicat et que redoutent les meilleurs pilotes.

*
*
.

Les nombreuses restrictions que je viens d'énumérer limitent donc singulièrement les possibilités de vol.

On a demandé à combien on pouvait évaluer, annuellement, le nombre de jours où il était permis de voler. La question, ainsi posée, n'est susceptible d'aucune réponse précise.

Il n'y a pas plus de cent journées par an permettant de tenter un voyage de 700 km. S'il s'agit d'un parcours inférieur de moitié au précédent, la moyenne sera sensiblement plus favorable, et je puis dire, sans crainte d'être taxé d'optimisme excessif, que, pour une courte sortie pour laquelle on peut profiter d'une brève éclaircie ou d'une accalmie, le chiffre de 250 jours peut être atteint et même dépassé.

Les petites expéditions réussissent donc mieux que les grandes. C'est là une donnée précieuse qui doit jouer un rôle important dans mes conclusions et sur laquelle je crois nécessaire d'insister. Les voyages courts sont généralement heureux non seulement pour la raison que je viens de donner, mais encore parce que l'appareil, restant moins longtemps en l'air, est d'autant moins exposé aux accidents dont les probabilités suivent, par rapport à la durée du vol, une progression géométrique. De plus, les équipages connaissent mieux leurs itinéraires, sont familiarisés avec les terrains de secours intermédiaires, supportent moins longtemps l'extraordinaire tension nerveuse qu'exigent les difficultés du pilotage et les menus incidents de bord, et peuvent, dans bien des cas, atteindre, même avec de légères avaries, une destination qu'ils savent très proche.

L'adoption des petits parcours est donc susceptible d'amender, dans une large mesure, l'irrégularité des transports par avion.

Il n'en est pas moins suffisamment démontré qu'il est impossible, avec les moyens dont nous disposons actuellement, de créer un service aéronautique postal quotidien. On peut tout au plus songer à établir un trafic semi-régulier, à condition de l'organiser entre des centres relativement peu éloignés. Je me propose de revenir sur cette idée lorsque j'entreprendrai, quelques pages plus loin, la critique des essais qui ont été tentés récemment sur de grandes distances, et quand j'exposerai quelles sont, à mon avis, les directives qu'il convient de suivre pour adapter l'aviation au service postal, et obtenir d'elle un rendement maximum.

2° INSÉCURITÉ

Tout le monde sait que l'aviation est dangereuse. Il n'est pour ainsi dire pas de vol, de si courte durée soit-il, qui ne comporte d'incidents, et tout aviateur ayant effectué un modeste total de cent heures de vol, n'a pas de peine à trouver, dans ses souvenirs, bien des minutes angoissantes.

On nous renseignera peut-être un jour sur les pertes de notre aviation pendant la guerre. J'ai dès maintenant la certitude qu'une faible partie de ces pertes résulte de faits de guerre proprement dits. Sans doute, nous avons eu un nombre considérable d'appareils descendus par la chasse ou par l'artillerie ennemies, mais même si l'on tient pour vrais les communiqués manifestement exagérés de nos adversaires, ce chiffre est bien peu de chose si on le compare à celui des accidents mortels occasionnés par les risques inhérents à la navigation aérienne.

Ces risques ne proviennent pas seulement des imperfections des appareils en usage. Les fautes de pilotage sont aussi très communes : les pilotes les plus justement réputés en commettent au cours de chaque sortie et il n'est que trop prouvé que l'accident mortel est la fin normale de tout aviateur.

Dès lors on est en droit de se demander s'il convient de risquer journallement des vies humaines pour effectuer, par la voie

des airs, un transport de correspondances que les communications terrestres actuelles assurent déjà d'une manière satisfaisante.

Et puisqu'on a résolu cette question par l'affirmative, n'est-il pas du moins possible de réduire, par des mesures appropriées, le nombre des dangers qui menacent l'aviateur ?

On ne connaît malheureusement aucun moyen de prévenir la chute, presque toujours occasionnée par une perte de vitesse, due elle-même à une faute de pilotage ou à une insuffisance momentanée du moteur. Il y a, en revanche, des dispositifs permettant de ralentir cette chute ou d'en atténuer la violence.

C'est, en premier lieu, le parachute dont les Allemands, au cours des derniers mois de la guerre, avaient pourvu leurs appareils, et qui leur donnait, paraît-il, des résultats appréciables. Ces instruments jouissent auprès de nos aviateurs d'une défaveur marquée. On leur reproche de ne pouvoir guère fonctionner au-dessous de 200 mètres d'altitude : or, à cette hauteur la perte de vitesse ou les fautes de pilotage ne sont pas encore irrémédiables.

Il existe aussi un système permettant au pilote qui est contraint d'atterrir dans des circonstances désespérées, de détacher de son appareil son réservoir d'essence. Ce réservoir, qui peut contenir jusqu'à 400 litres, s'enflamme souvent en s'abîmant sur le sol et brûle, quand il ne les écrase pas par sa masse, les passagers qui auraient peut-être survécu à leurs blessures.

Tous les avions doivent être munis de ces dispositifs qui procurent au moins un minimum de sécurité.

Dans un autre ordre d'idées, on peut encore ménager le matériel humain en ne mettant qu'une personne à bord. Dans les avions postaux, le passager est inutile, et même s'il convient de jeter des sacs de dépêches sur des postes déterminés, le pilote suffit sans peine à cette tâche.

3° CHERTÉ

L'aviation est coûteuse.

Je ne parle pas de la dépense en essence qui est relativement

légère, car, si l'avion consomme près de 350 litres en quatre heures, il couvre sept cents kilomètres dans le même temps. Ce n'est donc pas payer trop cher l'extraordinaire vitesse qu'il nous procure. Mais combien de gens savent qu'un appareil est inutilisable après avoir fourni une centaine d'heures de vol? Il faut donc compter dans le calcul de la dépense horaire, non seulement le coût du combustible et de l'huile, mais encore l'amortissement de l'appareil, le salaire élevé du pilote, celui du nombreux personnel employé, l'achat et l'entretien du matériel et des terrains d'aviation, etc...

J'évalue à 2.500 francs au moins le prix actuel d'une heure de vol.

Il n'est pas douteux que ce prix ne soit susceptible d'être sensiblement abaissé quelque jour. Une carburation plus économique, un changement dans la formule de l'hélice dont le rendement est faible, une modification dans la structure de la cellule dont la résistance à l'avancement est beaucoup trop considérable, peuvent bouleverser du jour au lendemain les données qui précèdent; mais dans l'utilisation actuelle de l'aviation, on ne peut pas tenir compte de ses progrès éventuels. Il s'agit de tirer le meilleur parti possible des appareils fragiles et coûteux que nous possédons.

Il faut donc s'attendre à ce que le transport des dépêches par la voie des airs soit très déficitaire. On ne peut pas songer à couvrir les grosses dépenses qu'il entraînera, par une taxe, qui, si elle était calculée dans cet esprit, serait en quelque sorte prohibitive. Il faut, au contraire, que l'Administration adopte résolument une mesure libérale admettant au tarif ordinaire majoré d'une légère surtaxe, les correspondances à transporter par avion; il s'agit d'un service public d'une utilité générale incontestable; les considérations d'ordre pécuniaire doivent passer au second plan. Encore est-il permis de douter que le public, sa curiosité une fois satisfaite, fasse couramment usage de ce moyen de communication essentiellement irrégulier et précaire, surtout s'il peut utiliser concurremment la poste ordinaire et le télégraphe.

Et cette remarque me conduit tout naturellement à poser ce principe qu'une ligne postale convenablement desservie par des courriers empruntant une voie ferrée, ne doit pas être doublée par une ligne aéronautique. Cette dernière sera inutile et délaissée par le public. L'avion postal, il faut le dire avec franchise, ne peut pas lutter, en ce moment, contre la locomotive, comme moyen de transport, car, s'il l'emporte par la vitesse, il lui est, à d'autres égards, si inférieur, que la concurrence est impossible.

Je ne vois donc pas la nécessité de créer des lignes aéronautiques postales telles que Paris-Bordeaux ou Paris-Marseille. J'ai déjà fait, plus haut, le procès des trop longs parcours. On pourrait, il est vrai, les morceler en plusieurs étapes, mais ce serait une solution bâtarde qui n'aurait d'autre résultat que celui de faire perdre, dans les relais, le bénéfice de la vitesse. Réussirait-on, d'ailleurs — au prix de quelles difficultés — à faire fonctionner de pareilles lignes aériennes, qu'elles feraient toujours double emploi avec les voies ferrées à qui, non sans raison, iraient la faveur et la confiance du public.

Mais si la poste aérienne ne doit pas doubler la poste terrestre, elle peut la suppléer dans tous les cas où cette dernière est insuffisante.

C'est en premier lieu aux colonies où les routes sont rares et peu sûres et où il n'existe presque pas de voies ferrées ; c'est dans les pays marécageux ou désertiques que l'avion peut survoler impunément.

C'est même dans la métropole dont certaines régions, en raison de leur système orographique ou simplement de leur éloignement des grandes artères qui convergent vers Paris, sont gravement désavantagées au point de vue postal.

..

Est-il besoin de dire que les quelques principes que j'ai dégagés au cours de cette étude n'ont pas une valeur absolue ? Si je les crois vrais aujourd'hui, ils n'ont rien de définitif. L'amélioration de la stabilité des avions et surtout la solution du problème

de leur direction au moyen d'ondes émises de terre, peuvent rendre ces principes caducs et leur substituer des règles absolument opposées. Mais, je le répète, si l'on veut faire une œuvre utile, il faut adopter une méthode d'exploitation répondant étroitement aux appareils en usage.

Quel serait un service aéronautique postal organisé d'après les directives que j'ai indiquées ?

Je vais en esquisser rapidement la physionomie générale en essayant de serrer de près la réalité et de ne laisser aucune place à l'imagination, trop souvent maîtresse en ces sortes de matières

*
* *

a. — Les trajets seront courts. Ils auront de 50 à 100 kilomètres. Ils seront effectués par les mêmes pilotes qui seront ainsi familiarisés avec les moindres détails topographiques, le régime des vents particuliers à la région survolée, les appels d'air qu'on éprouve au-dessus des vallées, les remous qui s'élèvent des bois, les « coups de pompe » violents qui rendent périlleux le passage des rivières ; leur itinéraire sera tellement connu d'eux qu'ils pourront le parcourir aux plus basses altitudes, notamment par les jours de brouillards ou de visibilité médiocre.

Des terrains d'atterrissage de secours seront aménagés d'espace en espace sur le parcours de l'avion, à proximité des agglomérations importantes, où des garagistes, et au besoin des particuliers possesseurs d'un automobile, se disputeront, en cas d'accident, la charge, d'ailleurs rétribuée, de fournir un véhicule pour effectuer le transport des correspondances jusqu'à leur destination qui ne sera jamais bien éloignée, et pour ramener du centre voisin des secours médicaux et une équipe de dépanneurs.

Ainsi les accidents inévitables occasionneront un minimum de résultats fâcheux.

b. — Toutes les précautions seront prises à bord pour donner au pilote le maximum de sécurité. En outre, les appareils ne seront mis en route que par des temps favorables déterminés par des instructions précises. L'ordre de départ sera donné par un

chef de station responsable, un ancien pilote invalide. Les jeunes navigants mettent trop souvent leur point d'honneur à accomplir les missions devant lesquelles hésitent leurs aînés et cette surenchère, qu'on pouvait tolérer et même encourager pendant la guerre, devra être évitée, à tout prix.

c. — Il y aura peu de lignes aéronautiques. On renoncera à créer toutes celles qui ne répondent pas à un besoin réel. On s'attachera à améliorer les communications des villes importantes mal desservies postalement. Il ne manque pas en France de sous-préfectures qui ne reçoivent que le surlendemain de leur dépôt les correspondances originaires de Paris.

d. — On essaiera de continuer, au moyen des avions, en attendant que la réalisation en soit obtenue par des voies ferrées parcourues par des express, la création des grandes lignes transversales dont l'étude des courants économiques a montré la nécessité.

Ces lignes comporteront forcément des relais assez nombreux, car on s'en tiendra fidèlement au principe des petits parcours. La perte de temps que les transbordements occasionneront à chaque relais sera réduite au minimum. Elle sera d'ailleurs compensée par une économie de personnel et de matériel.

e. — Les régions mal desservies postalement à cause de leur accès difficile, le Massif Central, les Pyrénées et les Alpes, bénéficieront surtout du nouveau mode de transport des dépêches postales. Il n'est pas de région, si accidentée soit-elle, qui ne puisse offrir, après un aménagement préalable, un terrain d'atterrissage convenable.

f. — Les tarifs seront bas. Ce seront les tarifs ordinaires, majorés d'une légère surtaxe pour prévenir l'encombrement. Celui-ci sera du reste peu à redouter, l'avion postal pouvant facilement transposer 600 kilogrammes de correspondances. Aussi bien, les échantillons seront-ils admis à participer à ce mode de transport. Cette faculté sera même étendue aux colis postaux de dimensions réduites. On s'attachera à ne jamais

voyager à vide. Il vaut mieux transporter 10.000 lettres affranchies à 25 centimes que 2.500 lettres affranchies à 1 franc. Imposer des taxes très élevées ou écarter par des mesures restrictives certaines catégories de correspondances serait aller à l'encontre de l'intérêt général que la poste aérienne a précisément pour objet de servir.

g. — Dans le régime dont j'essaie de tracer les grandes lignes, les avions seront-ils des appareils de l'État, construits dans ses ateliers d'après un type déterminé, ou au contraire, des machines construites par l'industrie privée d'après les modèles particuliers à chaque firme concurrente? Dans cette dernière hypothèse, ne serait-il pas préférable plutôt que de les acheter aux Sociétés industrielles d'aviation, de concéder à ces dernières, moyennant un prix forfaitaire suffisamment rémunérateur, le transport des dépêches postales sur une ligne déterminée?

La question est susceptible de bien des solutions et toutes les opinions paraissent, à différents égards, défendables.

En ce qui me concerne, tant que l'aviation sera plus qu'une curiosité scientifique et moins qu'un moyen pratique de transport, en d'autres termes, tant qu'elle sera susceptible d'améliorations essentielles, et qu'on ne sera pas arrivé à une formule rationnelle dont les appareils ne pourront guère s'écarter, j'estime qu'il sera bon de s'adresser aux constructeurs privés et de susciter entre eux une active concurrence. Ils peuvent, plus facilement que l'État, encourager les chercheurs, acheter des brevets et courir des risques d'insuccès.

Les différentes lignes à exploiter seront donc réparties entre les diverses Sociétés aéronautiques concurrentes. La sélection s'opérera d'elle-même : l'expérience ne tardera pas à montrer quel est le meilleur modèle de cellule, quel est le moteur le plus solide et le plus régulier. Les constructeurs dont les appareils seront reconnus inférieurs devront les améliorer sous peine de disparaître, car l'État sera le plus gros client et le fait d'être privé de ses commandes équivaldra à une disqualification irrémédiable.

h. — Enfin, le personnel navigant et non-navigant sera-t-il personnel de l'État ou des Compagnies concessionnaires ? Cette dernière solution me paraît préférable, du moins au début. En donner mes raisons serait sortir du cadre de cette étude.

*
* *

Est-il besoin, avant de conclure, de me défendre d'avoir voulu discréditer l'aviation et d'avoir méconnu les résultats extraordinaires auxquels ce mode de locomotion, vieux de 12 ans à peine, est arrivé aujourd'hui ?

J'aime au contraire l'aviation à qui je dois des émotions intenses, quelquefois pénibles, il est vrai, mais le plus souvent agréables. Je sais qu'elle remplira tôt ou tard ses promesses et je lui fais le plus large crédit.

Si l'organisation que je préconise paraît à d'aucuns timide et prudente, c'est parce qu'elle est une organisation d'attente qui, sans nous engager à fond dans une exploitation dispendieuse et aléatoire, nous permettra cependant d'être prêts le jour, qui ne saurait être lointain, où l'avion deviendra un instrument pratique et sûr.

*
* *

Je n'ai pas la prétention d'avoir exposé des idées neuves ou personnelles.

Si l'on me reproche d'avoir écrit des choses banales et déjà connues de tout le monde, je ne prendrai pas la remarque pour un mince compliment. On a dit et publié tant d'extravagances sur l'aviation qu'il y a peut-être quelque mérite à en parler sans tomber dans l'exagération ou la fantaisie.

LE BAUDOT QUADRUPLE SUR LES CABLES SOUS-MARINS ITALIENS

PAR M. CESARE ALBANESE
Chef de section des Postes et Télégraphes italiens

Dans un des derniers numéro des *Annales* (mars, 1918, p. 197), M. Mercy a bien voulu signaler que l'Office italien avait réussi à desservir le câble sous-marin Naples-Palermo, d'environ 350 km., à l'aide du quadruple Baudot, sans aucune modification au type ordinaire d'installation.

Il ne sera peut-être pas sans intérêt d'ajouter quelques détails complémentaires aux renseignements officiels obtenus par M. Mercy et qui, comme il le constate lui-même, ne lui ont pas permis de reproduire exactement le dispositif employé ; j'ajouterai que je me tiendrai pour très satisfait si les notes qui suivent confirment que j'ai suivi, sans le savoir, le chemin parcouru en 1912 par M. Carrat, lors des essais du Baudot double sur le câble Tanger-Oran.

1. — TRANSMISSION DANS UN SEUL SENS.

Le service des Télégraphes posa en 1912 la question de savoir s'il était possible d'exploiter le câble sous-marin Naples-Palermo au Baudot quadruple, sinon en duplex, tout au moins en simplex, même avec transmission dans un seul sens, et cela parce qu'on allait poser un second câble qui aurait pu être employé à la transmission en sens inverse.

Le câble, dont la longueur était de 345 km., présentait une résistance ohmique d'environ 2100 ohms, et une capacité d'environ 75 microfarads ; il était raccordé aux bureaux extrêmes

par deux sections de ligne aérienne de 2 km. 700, côté Naples, et 20 km. 550, côté Palerme.

Le soussigné, qui fut chargé des expériences, avait connaissance du premier dispositif Picard avec distributeurs à 12 contacts, desservant les trois câbles Marseille-Alger.

La longueur du câble Naples-Palerme étant relativement faible, on pensa que de simples condensateurs de blocage et des dérivations inductives suffiraient pour maintenir la déformation des signaux dans les limites de rectification du quadruple à trois relais, généralement employé par l'Administration italienne.

Pour les essais préliminaires de laboratoire, on employa une ligne artificielle ayant une résistance de $21 \times 10^5 = 2205$ ohms et une capacité de $20 \times 3,75 = 75$ microfarads, et une seule installation quadruple à deux plateaux et 24 contacts. Le plateau postérieur servait à la transmission, l'antérieur à la réception : on éliminait ainsi, pour les premières expériences, toute difficulté inhérente à la conservation du synchronisme. Le relais de câble était un relais Picard, le relais récepteur et le relais aiguilleur étaient deux relais Standard du Post-Office.

On essaya d'abord le dispositif des condensateurs de blocage, avec capacités égales aux deux extrémités, sans shunts ni dérivations inductives. Pour la recherche de la valeur la plus satisfaisante de la capacité des condensateurs, on observa d'abord comment on recevait une seule émission de travail, tous les relais étant réglés à l'indifférence : on détermina ainsi les valeurs pour lesquelles on obtenait, en orientant le plateau antérieur, une marge d'orientation régulière (d'environ un contact).

Cela fait, on envoya en permanence un courant de travail par les contacts 21 et 22, et un courant de repos par les contacts 23 et 24, sans préjudice de ceux émis par les contacts reliés aux manipulateurs. Après avoir orienté le plateau antérieur sur la troisième émission de travail du premier secteur, on envoya successivement les émissions suivantes, et l'on constata que, lorsque la capacité dépassait 4 microfarads, chaque émission tendait à déborder sur la suivante, d'autant plus que l'émission même était plus éloignée de la troisième du premier secteur ;

avec des valeurs inférieures à 4 microfarads, les émissions tendaient au contraire à déborder sur la précédente.

Lorsqu'on donnait aux condensateurs de blocage la capacité de 4 microfarads, on recevait bien par tous les secteurs. Cependant le réglage du relais de câble était très laborieux, même en employant pour la transmission des batteries de 24 volts. On constata une amélioration considérable en remplaçant la bobine ordinaire du relais Picard (5 gr. 33 ; résistance = 1276 ohms. à 17° C.) par une autre bobine plus légère constituée par 550 spires de cuivre recouvert de soie ayant un diamètre (fil nu) de 0 mm. 05 (poids de la bobine = 3 gr. 5 env. ; résistance = 960 ohms à 20° C.).

Avec cette bobine, le réglage était très facile et la réception était régulière à l'exception des lettres formées de plusieurs émissions successives de même sens, ou encore de celles qui se trouvaient expédiées après de longues émissions de travail ou de repos envoyées par le secteur précédent ; on sait que ce phénomène était dû à ce que les courants des émissions longues ne conservaient pas des valeurs suffisantes pour maintenir l'armature du relais de câble sur le butoir correspondant pendant toute la durée des émissions. On y remédia en shuntant les condensateurs avec des résistances de 300.000 ohms.

Dès que ce résultat fut obtenu, on entreprit de correspondre à l'aide de deux distributeurs distincts, c'est-à-dire synchronisés électriquement, à la façon ordinaire. Les courants de correction étaient envoyés, comme auparavant, par les contacts 21 et 22 pour le travail, et 23, 24 pour le repos, et on reconnut dès l'abord l'utilité d'employer pour la réception le dispositif Picard du double Marseille-Alger. Cependant la correction devenait irrégulière lorsqu'on transmettait par le quatrième secteur et on perdait complètement le synchronisme lorsqu'on émettait des P. par ce même secteur. Cela provenait, sans aucun doute, de ce que la forme du courant de réception, au moment du passage des balais du 22^e au 23^e contact, n'était pas toujours la même, mais variait sensiblement suivant le sens et la durée des émissions immédiatement précédentes à celle

des contacts 21 et 22, comme on voit aisément dans la fig. 1.

Il en résultait des déplacements continuels du point de repère. On élimina cet inconvénient en faisant précéder le courant négatif (travail) de correction par un courant toujours positif; et à cet effet on envoya le positif par les 21 et 24, et le négatif par les 22 et 23 en déplaçant le point de repère du commencement du 23^e, au commencement du 24^e contact.

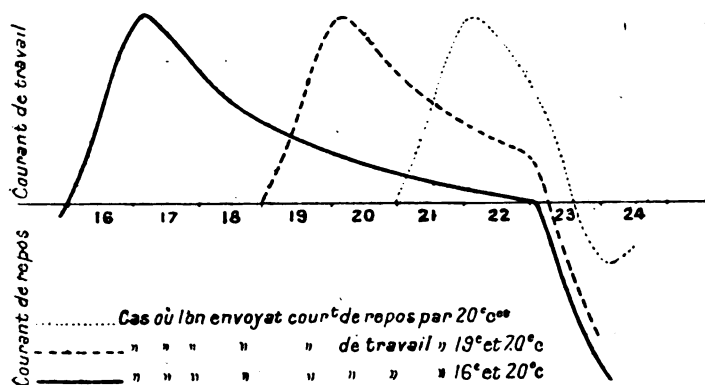


Fig. 1.

On aurait donné plus de stabilité au point de repère en envoyant le positif par les contacts 21 et 23, et le négatif par les deux autres, et en utilisant pour la correction l'inversion de courant entre le 23 et le 24 (dans ce cas on aurait pu placer le petit contact fixe de correction vis-à-vis du milieu du 21 ou du 22, plutôt qu'au milieu du 23, pour éviter un fonctionnement trop rapide et par conséquent irrégulier du relais aiguilleur au moment où s'effectuait la correction); mais on jugea préférable l'autre solution pour éviter la fausse correction qui aurait pu résulter de l'inversion de courant au passage du 21^e au 22^e contact.

Ce système fut essayé avec succès sur le câble Naples-Palermo pour la transmission de Palermo à Naples, et on l'adopta même sur le nouveau câble pour la transmission en sens inverse. Il fallut toutefois, dans les deux cas, prendre pour

le relais Picard la terre même du câble à l'aide de lignes aériennes, sans quoi les variations des potentiels des terres des bureaux auraient altéré la réception. La terre du bureau était au contraire convenable pour le poste de transmission.

Le schéma de l'arrangement employé était donc le suivant (fig. 2) :

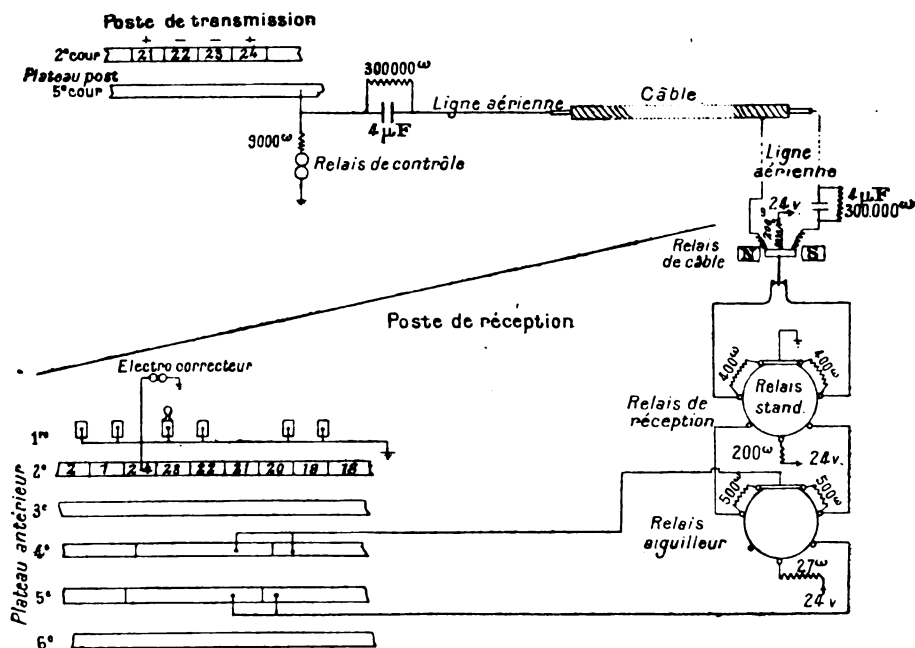


Fig. 2.

Lors des expériences en local on essaya même le dispositif caractéristique de transmission du système Picard au lieu du condensateur de blocage de transmission. On trouva cependant nécessaire de modifier ce dispositif en ajoutant une dérivation permanente de $300\,000 \text{ ohms}$ entre la ligne et l'armature du relais de transmission (fig. 3). De la sorte, après une impulsion d'une certaine polarité envoyée sur le câble, celui-ci, au lieu d'être isolé, restait relié à une batterie de même polarité et la dérivation dont il s'agit remplissait une fonction identique à

celle du shunt du condensateur de blocage au poste de départ. Pour la même raison on dut maintenir le shunt au condensateur

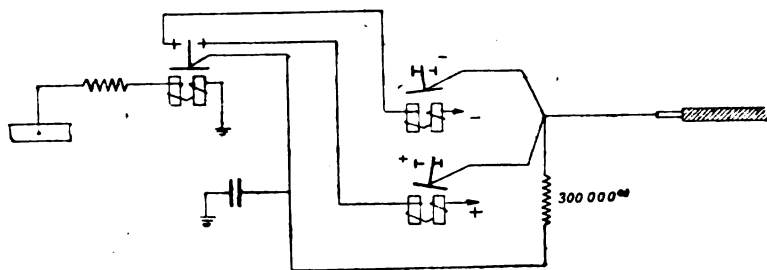


Fig. 3.

de réception. On revint cependant au dispositif précédent à cause de sa simplicité beaucoup plus grande.

..

2. — QUADRUPLE ROME-SASSARI.

Après la réussite des susdites expériences, on décida d'expérimenter le même système pour la communication Rome-Sassari.

Le câble sous-marin employé entre Fiumicino et Terranova avait une longueur d'environ 255 km., une capacité de 41 microfarads et une résistance de 1190 ohms. En ce qui concerne le câble, on était donc dans des conditions plus favorables que dans le cas de la communication Naples-Palermo; cependant le câble était relié aux deux bureaux de Rome et Sassari par deux fils aériens dont le premier, Rome-Fiumicino, avait une longueur de 30 km. et le second, de Terranova à Sassari, de 138 km. Puisque les fils étaient influencés par les courants d'autres fils parallèles on ne pouvait employer de petits voltages de transmission et on pouvait songer en conséquence à se passer du relais Picard.

On exécuta donc les expériences directement en ligne avec le relais Baudot ordinaire, en employant des condensateurs de

grande capacité, shuntés avec de petites résistances pour réduire l'impédance de la ligne bloquée.

On trouva aisément, pour les capacités et les résistances, des valeurs qui permettaient la correspondance dans un seul sens. On tenta alors la correspondance dans les deux sens à chaque révolution des balais. On rencontra de grandes difficultés à cause des courants de retour qui troublaient les premiers courants de réception. On essaya plusieurs dispositifs pour décharger le câble; par exemple en le mettant à la terre pendant un certain temps ou en envoyant, après la dernière émission, un courant de sens inverse, d'intensité et durée convenables. On

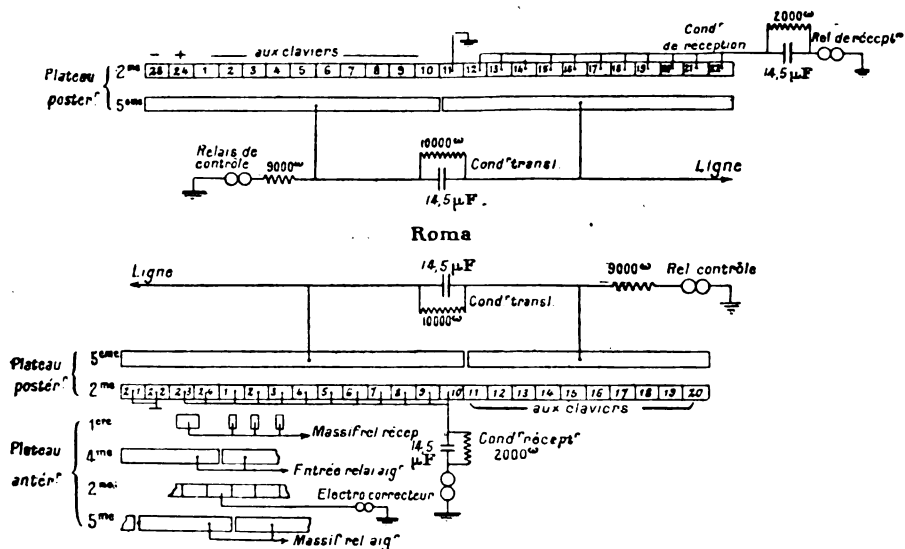


Fig. 4.

n'obtient de résultat qu'en mettant la ligne directement à la terre après la transmission et en employant en même temps, pour la réception, un condensateur différent de celui de transmission. Le dispositif qui donna les meilleurs résultats est celui représenté par la fig. 4. On voit que pour la correction on a reconnu utile d'introduire le dispositif Picard.

Il est à remarquer que, tandis qu'à Rome il était nécessaire

de mettre à la terre deux contacts après la transmission, à Sassari il suffisait d'en mettre un seul, et d'un autre côté, on ne pouvait en mettre deux, parce que le retard dû à la propagation était sensiblement inférieur à celui correspondant à deux contacts, et Rome devait avancer sa transmission le plus possible, afin de laisser un intervalle suffisant entre la fin de sa transmission et le commencement de sa réception.

On aurait pu éviter de couper la cinquième couronne du plateau postérieur en insérant le condensateur de transmission entre les batteries et la terre suivant le schéma reproduit par M. Mercy dans l'article déjà nommé. Cet arrangement qui n'est pas complètement semblable à l'autre fut expérimenté à Sassari, où l'on employait pour la transmission deux batteries de piles italiennes spéciales (tandis qu'à Rome on employait les batteries générales d'accumulateurs); mais on dut revenir à l'ancien dispositif qui donnait de meilleurs résultats. La communication quadruple Roma-Sassari fonctionne très régulièrement depuis bientôt quatre ans.

..

On a installé récemment à Sassari un poste intermédiaire pour réaliser une communication quadruple échelonnée Roma-Sassari-Cagliari. Le poste étant du type avec distributeurs à un seul plateau et à contacts de première couronne écourtés de moitié, on dut modifier les distributeurs (il aurait suffi d'agir sur le distributeur côté Rome, mais pour l'uniformité on modifia les deux) pour obtenir la même marge de rectification qu'on avait avec le quadruple à deux plateaux; et, ne pouvant faire usage de traducteurs et de retransmetteurs rapides, on dut recourir encore une fois à ce grand Maître que fut M. Picard, en réalisant le schéma de la fig. 5 qui est dérivé de l'arrangement du triple Picard Marseille-Alger.

Il faut signaler qu'ayant inséré la dérivation de contrôle entre les points A et B, et la résistance de la dérivation étant de 12.000 ohms, comme pour le poste quadruple à deux plateaux, la première du troisième secteur arrivait irrégulièrement, étant

troublée par la transmission du deuxième secteur. On trouva que l'inconvénient provenait de la charge résiduelle du condensateur de transmission, qui se déchargeait à travers le relais lorsque la ligne était mise à la terre par le contact 11.

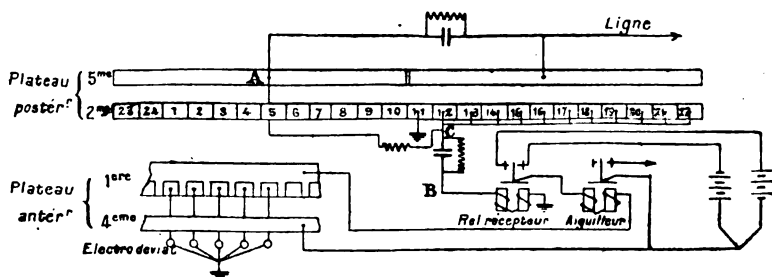


Fig. 5.

On constata en effet que l'inconvénient disparaissait lorsqu'on mettait en court-circuit ledit condensateur pendant le passage des balais sur le onzième contact. On put pourtant y remédier en établissant la dérivation de contrôle entre les points A et C, et en élevant la résistance de contrôle à 30.000 ohms.

3. — NOUVEAUX ESSAIS POUR LA CORRESPONDANCE SUR LE CÂBLE NAPLES-PALERME.

En attendant de pouvoir desservir ce câble au moyen du quadruple, en duplex, on reprit les essais en local dans l'espoir de réaliser, pour les câbles Naples-Palermo, des communications quadruples avec transmission dans les deux sens à chaque révolution des balais et avec relais Baudot ordinaires, comme cela avait été possible pour le câble Fiumicino-Terranova. On expérimenta plusieurs arrangements au départ et à l'arrivée (dérivations inductives au départ avec ou sans condensateurs shuntés, ces derniers étant maintenus à l'arrivée seulement). Dans les recherches pour la détermination des valeurs optima pour les constantes des condensateurs et des dérivations, on trouva très utile de mesurer à l'aide d'un galvanomètre Einthoven l'amplitude des courants de réception lorsqu'on envoyait par la totalité des contacts du dis-

tributeur (transmission dans un seul sens) des courants alternativement positifs et négatifs.

En diminuant la vitesse du distributeur, on pouvait observer les variations d'amplitude qui résultaient de l'augmentation de la durée des courants. Il est clair qu'on devait tendre à obtenir la même amplitude, quelle que soit la durée des émissions; cependant on dut rejeter la solution qui semblait la meilleure, parce qu'elle donnait lieu, dans la transmission, à des oscillations électriques libres qui empêchaient la correspondance.

Il arrivait par exemple qu'en envoyant la troisième du premier secteur, on recevait, outre la troisième, la cinquième, et quelquefois même la deuxième du secteur suivant.

L'arrangement qui fut jugé le meilleur et qui fut adopté avec succès sur les deux câbles est celui ci-après représenté (fig. 6) :

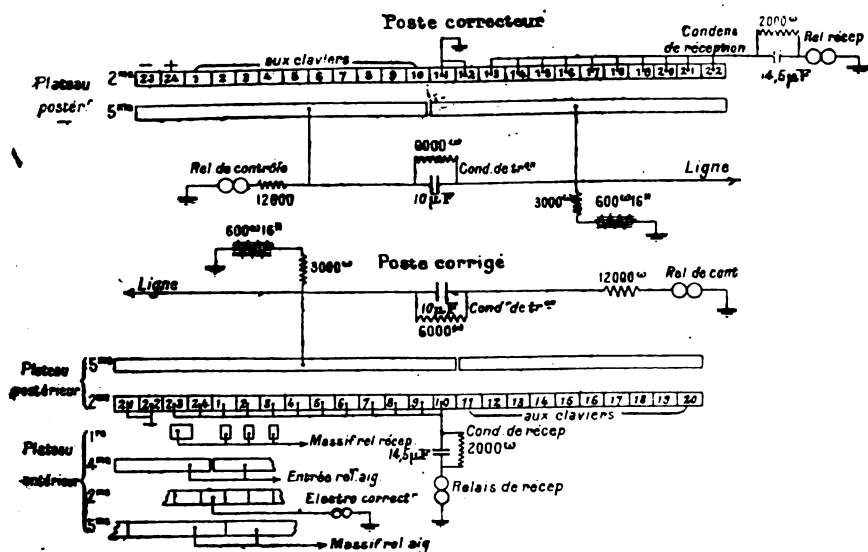


Fig. 6.

Dans la communication Rome-Sassari, comme dans celles Naples-Palermo, le seul réglage qui demande des soins particuliers est celui du relais récepteur qui doit être à la plus grande sensibilité et à l'indifférence la plus parfaite.

On opère de la façon suivante : Après l'avoir réglé à la manière ordinaire, on bloque l'index entre les deux boutons de contact et on dévisse les deux boutons de réglage d'une très petite fraction de tour jusqu'à ce que l'armature soit libre avec un jeu extrêmement petit. Si l'installation est pourvue de lampes sur les batteries PR + et PR — ces lampes s'allument lors du blocage de l'armature ; on dévisse les boutons jusqu'à ce que ces lampes s'éteignent. On demande alors au correspondant des T par son premier secteur de transmission, et on observe sur la bande du traducteur correspondant, tandis qu'on empêche (si le poste est corrigé) le fonctionnement de la correction jusqu'à ce qu'on reçoive des G au lieu de T. Le réglage est parfait si le passage des T aux G est presque immédiat, c'est-à-dire si, entre les deux séries de lettres, on a tout au plus deux ou trois lettres étrangères. Si cela ne se vérifie pas, on favorise, selon le cas, le travail ou le repos, au moyen du ressort à boudin, en se basant sur la nature des lettres étrangères interposées entre les T et les G. Si le poste est correcteur, on désoriente le plateau antérieur jusqu'à recevoir des G au lieu de T, et on procède au réglage du ressort à boudin comme il a été dit.

Le susdit réglage a une importance très grande pour le poste corrigé parce que, l'orientation du contact de correction dépendant très sensiblement du réglage du relais récepteur, il permet de donner à ce contact une position invariable.

*
..

J'ai appris plus tard, par les *Annales* (n° 2, 1916, p. 193) que, même pour les câbles Marseille-Alger, on avait pu supprimer le dispositif de transmission à deux relais du système Picard en employant au départ seulement des condensateurs shuntés et des dérivations inductives.

PROCÉDÉ DE TÉLÉPHONIE SECRÈTE

par M. POIRSON, capitaine au 8^e Génie.

Le procédé qui a été réalisé par les services d'études de la radio-télégraphie militaire et dont les essais ont été suivis par le service d'études des Postes et Télégraphes, est une nouveauté en téléphonie, permettant d'assurer le secret des conversations téléphoniques. Il consiste à déformer systématiquement les courants téléphoniques au départ pour rendre inintelligible toute conversation téléphonique le long de la ligne de transmission, et à les reformer à l'arrivée, pour les rendre à nouveau intelligibles.

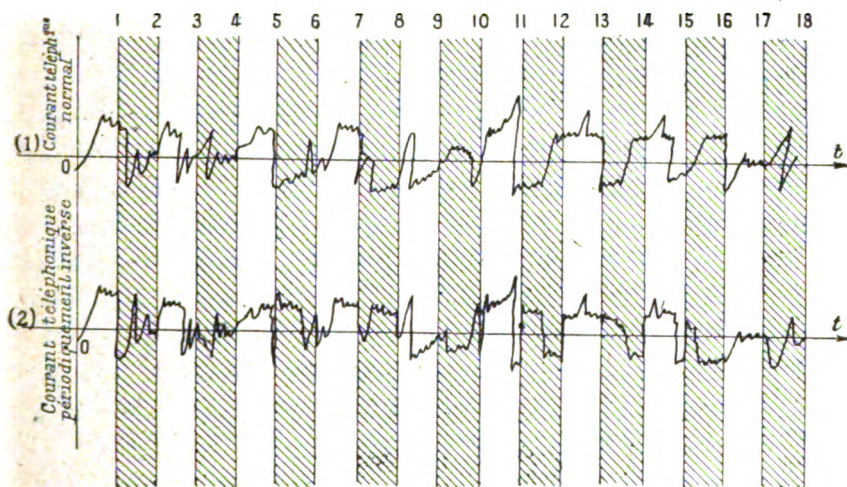


Fig. 1. — Oscillogrammes représentant :

- (1) Un courant téléphonique normal.
- (2) Un courant téléphonique périodiquement renversé.

Cette déformation consiste simplement en une inversion périodique des courants téléphoniques (sans superposition d'un courant électrique extérieur).

Le procédé comporte donc un appareil déformateur adjoint à chaque poste téléphonique, lequel appareil étant réversible, c'est-à-dire reformant les courants déformés, la conversation peut s'établir dans les deux sens avec les mêmes appareils.

Soit un courant téléphonique, issu d'un transformateur téléphonique, représenté par l'oscillogramme (1) de la fig. 1, si, au moyen d'un commutateur tournant, disposé selon la fig. 2, on inverse périodiquement, d'une façon régulière, aux instants marqués par les parallèles équidistants 1, 2, 3, 4..., ce courant téléphonique, on obtient un courant téléphonique inversé, représenté par l'oscillogramme (2).

Un examen attentif de ce dernier montre qu'il diffère essentiellement du graphique (1), par le fait que l'on insère entre des intervalles non déformés, tels que 0-1, 2-3, 4-5, ... des intervalles inversés tels que 1-2, 3-4, 5-6..., indiqués par des hachures.

Dans l'exemple ci-dessus, la fréquence des inversions est choisie telle, par rapport à ce que l'on peut appeler la fréquence moyenne du courant téléphonique, que le graphique (2) n'a plus le même aspect que le graphique (1); sa composition harmonique est changée par les inversions, et, effectivement, si l'on écoute dans un récepteur téléphonique le courant ainsi déformé, on constate que la parole est rendue inintelligible; on entend toujours parler mais comme une langue que l'on ne peut comprendre. L'intensité efficace de ces courants téléphoniques reste la même.

L'expérience montre, ce qu'il est facile de prévoir, que plus la fréquence des inversions est élevée, et plus le brouillage est complet.

Ainsi, jusqu'aux fréquences d'inversions de 50 à 100 périodes par seconde, la parole reste intelligible, car la gamme des fréquences d'harmoniques de la parole est au-dessus de ces fréquences d'inversion.

La fréquence d'inversions croissant au-dessus de 100 périodes rend la parole de moins en moins intelligible; quelques syllabes seulement échappent à la déformation (ceci est variable suivant l'instant où elles sont dites par rapport aux inversions); si elle s'élève suffisamment, aucune syllabe ne peut être perçue dans sa forme naturelle.

Dès la fréquence d'inversions de 400 périodes par seconde, la transmission est absolument inintelligible, et il est évident que

plus cette fréquence s'élèvera encore, et plus la déformation sera complète. A une fréquence d'inversions F suffisamment élevée, les courants téléphoniques seraient transformés en courant alternatif de fréquence $\frac{F}{2}$, à amplitude variable.

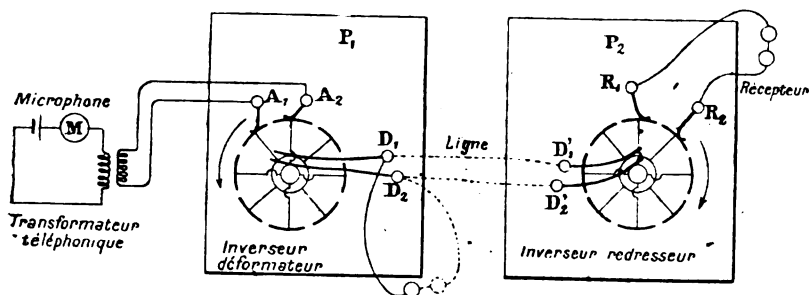


Fig. 2. — Dispositif schématique des commutateurs-inverseurs, inversant et redressant les courants téléphoniques.

Reconstitution du courant téléphonique primitif. — Le courant téléphonique déformé ainsi peut être redressé par un appareil identique à celui qui l'avait inversé; le graphique (2) redeviendra semblable au graphique (1), et ce courant téléphonique ainsi reconstitué reproduira intelligiblement la parole dans un récepteur.

Il faut pour cela théoriquement :

1° que le *synchronisme parfait* existe entre le mouvement de l'appareil inverseur déformateur et celui de l'appareil reformateur;

2° que les inversions se produisent en même temps dans les deux appareils (marche en phase avec toutefois un léger décalage réciproque, dû aux constantes de la ligne).

Une première expérience a permis de constater l'exactitude de ce qui précède (voir fig. 2).

Dans cette expérience la condition 1° est réalisée par le fait que les deux inverseurs tournants sont calés sur le même axe, la condition 2° est réalisée aussi en calant, au repos, les balais de la même façon sur les lames; un réglage permet d'ailleurs de faire varier ce calage, en marche, sur l'un d'eux.

On a pu vérifier ainsi, en écoutant en D_1 D_2 , ou D'_1 D'_2 , que dès la fréquence de 400 périodes, la parole est inintelligible, et la preuve est faite que ces courants déformés contiennent toujours intégralement les éléments constitutifs de la parole, puisqu'en les appliquant en D'_1 D'_2 , et en écoutant en R_1 R_2 , on entend la parole nette et claire, comme en A_1 A_2 .

A vrai dire, la commutation introduit forcément un petit temps mort (court-circuit ou interruption) dans la parole, qui se traduit par une altération de celle-ci, proportionnée à ce temps mort, et inversement proportionnée à la fréquence des commutations, comme cela résulte d'une autre constatation importante qui a été faite :

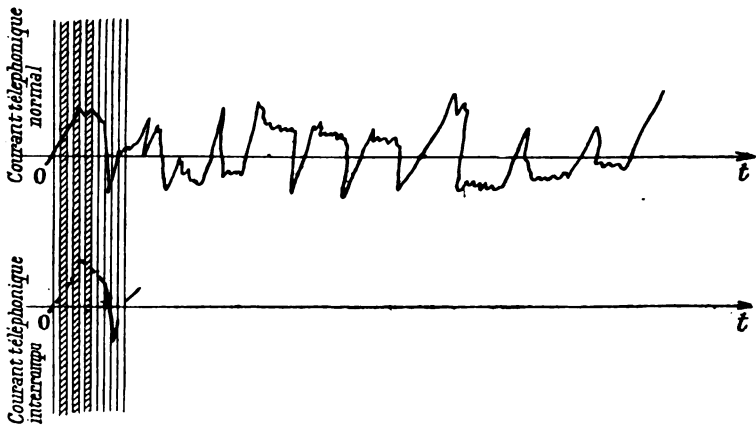


Fig. 3. — Oscillogramme représentant un courant périodiquement interrompu.

Si l'on fait dans les courants téléphoniques des coupures de durée égale à celle des tronçons laissés intacts (voir fig. 3) on constate qu'à basse fréquence la parole est très altérée (hachée) et qu'à mesure que la fréquence d'interruption croît, la parole redevient plus nette; ainsi à 1.500, à 2.000 périodes d'interruptions par seconde, la parole est déjà très nette, et à 3.000 périodes elle est absolument normale, quoique affaiblie (dans le rapport

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \text{ pour l'intensité efficace.}$$

Si la durée des interruptions est petite par rapport à la durée

des tronçons laissés intacts, il suffit d'une fréquence d'autant moindre (p. ex. 500 périodes) pour que ces interruptions passent inaperçues.

La parole subsiste pour ainsi dire en pointillé, plus ou moins serré suivant les conditions ci-dessus (fig. 3).

Dans l'expérience précédemment envisagée (fig. 2), on s'attache à réduire au minimum les temps morts dus à la commutation, au moyen de commutateurs et balais convenablement étudiés.

Réalisation pratique. — La plus grande difficulté a consisté à obtenir le synchronisme absolu entre les mouvements des deux commutateurs. Elle a été heureusement résolue, et qui plus est, sans nécessiter entre les deux postes correspondants d'autres conducteurs de liaison que les deux fils téléphoniques normaux. On a atteint ce résultat de la façon suivante :

Considérons deux petits moteurs à courant continu, identiques, et alimentés chacun par une source indépendante. Munissons chacun d'eux de deux bagues sur l'induit, de manière à le transformer en commutatrice monophasée, et relions bague à bague ces deux moteurs, les couplant ainsi par le côté alternatif.

Si le réglage de leur excitation est convenablement fait, et une fois pour toutes, ils s'accrochent d'eux-mêmes au synchronisme parfait, aisément et rapidement, et le courant alternatif de synchronisation qui circule dans les conducteurs de liaison est excessivement faible, ce qui permet au circuit de liaison d'avoir une très grande résistance (p. ex. 1.000 ou 2.000 ohms) sans que cela nuise à l'accrochage et à la synchronisation.

Pour éviter ces deux fils supplémentaires de synchronisation entre postes, on les constitue : l'un par la terre, l'autre par les deux fils téléphoniques en parallèle, comme on le fait pour les circuits appropriés en télégraphie.

La disposition est indiquée par la fig. ci-après (fig. 4) ; les commutateurs sont calés sur l'axe des moteurs, respectivement.

S est constituée par deux bobines *égales* en série, sur le même circuit magnétique, de manière qu'elles soient additives (self double) pour les courants téléphoniques, et *soustractives* (self nulle et résistance très faible) pour les courants de synchronisa-

tion. De la sorte les courants téléphoniques ne sont pas court-circuités ni gênés par les courants de synchronisation.

Les deux fils téléphoniques étant en parallèle offrent une résistance d'autant moindre.

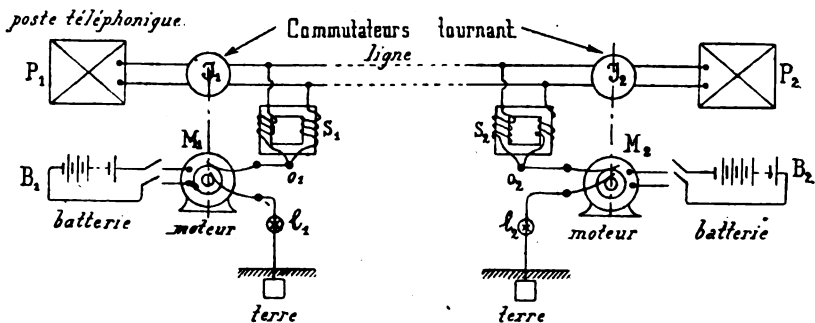


Fig. 4. — Dispositif d'obtention du silence, par équilibrage de la ligne.

De petites lampes de synchronisation l_1 , l_2 , rendent visible l'accrochage et la synchronisation.

Après de multiples expériences, on a été amené à réaliser la disposition comme l'indique la fig. 5 ci-après (schéma d'ensemble).

On y remarque :

1° Sur le circuit de synchronisation des potentiomètres équilibreurs E_1 , E'_1 , E_2 , E'_2 , qui sont nécessaires pour que le téléphone ne soit pas gêné par les courants de synchronisation. Ils agissent en équilibrant la ligne à tous les points de vue (impédances, isolements) même si elle est mauvaise, et permettent d'obtenir le silence dans le circuit téléphonique.

2° Que les commutateurs tournants comportent chacun :

Une paire de balais fixes pour l'inversion des courants téléphoniques émis du poste ;

Une paire de balais fixes sur les bagues, correspondant à la ligne (courants inversés) ;

Une paire de balais à calage réglable pour la réception sur le casque récepteur.

Cette dernière permet à celui qui écoute de régler le calage de

ses balais récepteurs jusqu'à ce qu'il entende nettement la conversation de son correspondant ; chaque poste peut donc régler sa réception indépendamment de l'autre.

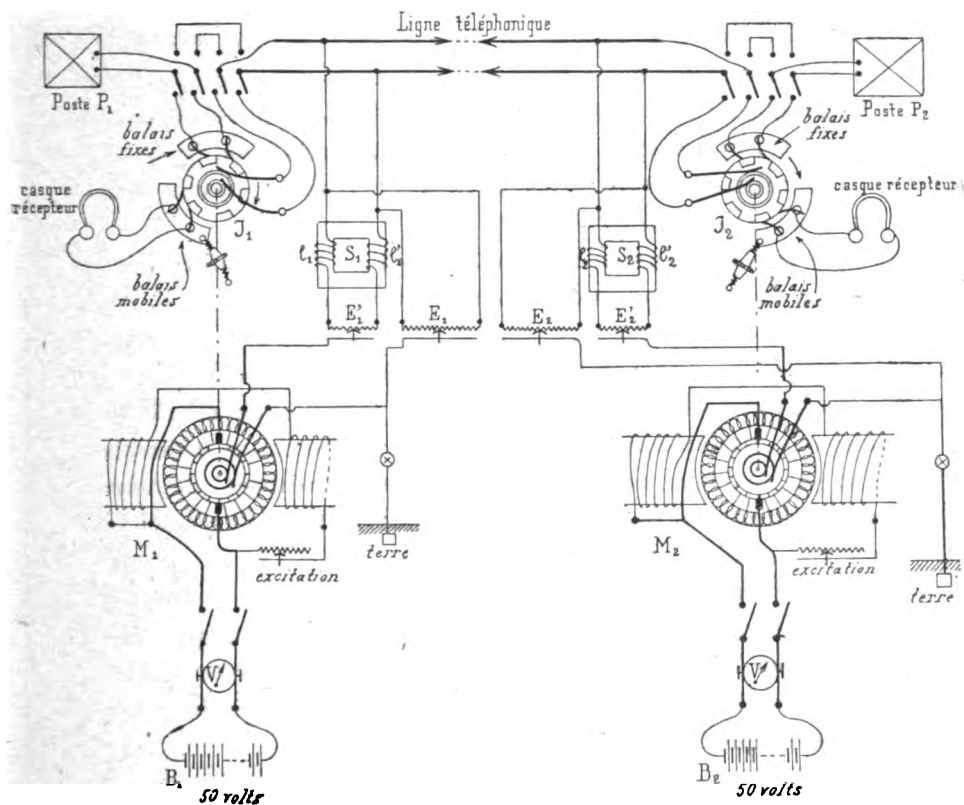


Fig. 5. — Dispositif de téléphonie secrète ; schéma d'ensemble.

Ceci répond à une nécessité en raison du déphasage dans les phénomènes d'inversion, dû aux constantes de la ligne, même sur ligne courte.

Lors des premiers essais, entre Noyon et Chauny (16 km.) auxquels assistait M. Montoriol, Inspecteur au Service d'Études des Postes et Télégraphes, on n'avait à chaque poste qu'une même paire de balais servant à l'émission et à la réception, et l'on avait constaté, à chacun des postes, que le calage étant réglé

pour bien recevoir (conversation dans un sens), si l'on parlait (conversation dans l'autre sens), la réception du correspondant n'était plus réglée et celle-ci défectueuse ou impossible ; on ne pouvait avoir simultanément la netteté bilatérale. Ceci s'explique très bien par le déphasage en ligne, qui n'est pas réversible, mais toujours de même sens. Le remède efficace, proposé par M. Montoriol, a consisté dans l'emploi des deux paires de balais distinctes (émission et réception) à chaque poste (voir fig. 5).

Les batteries locales B_1 et B_2 peuvent avoir un certain écart de tension, sans inconvénient.

Les appels ordinaires entre les postes P_1 et P_2 se font très bien, malgré la présence des commutateurs tournants.

Comme il est facile de le comprendre, il faut, pour la netteté de la parole, qu'en plus du *synchronisme* des moteurs, ceux-ci n'aient pas de *balancements* relatifs de trop grande amplitude, lesquels détruiraient périodiquement la concordance nécessaire des phases d'inversion ; cette condition a été réalisée, de même que certaines autres assurant une grande rigidité de l'accrochage même sur de très longues lignes.

Action sur les lignes voisines. — L'intensité des courants de synchronisation qui passent dans la ligne téléphonique, avec retour par la terre, est de l'ordre du milliampère avec 35 volts entre fils et terre, et leur fréquence est de 50 périodes, sec. environ, avec quelques harmoniques.

On pourrait craindre qu'ils n'apportent un trouble dans les circuits voisins, par induction électromagnétique ou électrostatique ou par défaut d'isolement. Au cours des nombreux essais qui ont été effectués en février et mars 1919 sur longues lignes, on a vérifié ce point, et constaté, en effet, une certaine induction (bruit musical continu), variable suivant les lignes, mais généralement bien au-dessous de la force des courants téléphoniques, et l'on n'a jamais entravé l'exploitation des lignes voisines.

La déformation totale ainsi obtenue (à partir d'une certaine fréquence minimum d'inversions) pour rendre incompréhensibles les courants téléphoniques des conversations en français, donne le même résultat, évidemment, pour les langues étrangères, et

elle est *très caractéristique*, si bien que l'on peut, à la réception, faire le réglage de phase pour rendre la parole à nouveau intelligible, sans qu'il soit nécessaire de connaître la langue étrangère qui est parlée.

D'autres remarques amusantes ont pu être faites sur la déformation, par inversions, des airs de musique sifflés ou chantés dans le téléphone, sur la réversibilité du phénomène d'inversion de la parole, etc...

Expériences faites. — Les expériences pratiques ont été faites avec succès en février et mars 1909, malgré les circonstances de temps les plus défavorables sur diverses lignes ; en voici l'énumération :

1° *D'abord en boucle :*

Chantilly-Creil-Verberie-Senlis-Chantilly.....	70 km.
Chantilly-Clermont-Beauvais-Chantilly.....	125 km.
Chantilly-Clermont-Beauvais-Amiens-Chantilly..	250 km.
(d) Chantilly-Paris-Chantilly.....	80 km.
Chantilly-Chaumont-Chantilly.....	600 km.

2° *Puis sur lignes de bout en bout :*

Chantilly-Amiens.....	125 km.
(e) Chantilly-Paris.....	40 km.
(f) Paris-Chartres.....	90 km.
Chartres-Le Mans.....	125 km.
Le Mans-Paris-Chartres.....	300 km.
Chartres-Saint-Brieuc.....	385 km.
Chartres-Bordeaux.....	525 km.
(g) Paris-Bordeaux.....	615 km.

expériences suivies par M. Montoriol. A remarquer que le circuit *d* (Chantilly-Paris-Chantilly) comporte environ 25 km. de câble souterrain (sortie de Paris aller et retour) et le circuit *e* (Paris-Chantilly) en comporte 12 km. 500, et le fonctionnement a été bon néanmoins.

Sur le circuit *f* (Paris-Chartres) 7 km. de câble souterrain, les expériences n'ont pas réussi, par suite d'un trop grand bruit dans

le téléphone; de même sur le circuit *g* (10 km. de câble souterrain), la conversation fut gênée par les courants de synchronisation.

Ceci montre que ce n'était pas la capacité des câbles qui apportait une difficulté, mais, on l'a vérifié, c'est le mauvais état d'isolement de ces câbles qui gênait en la circonstance, puisque sur les circuits *d* et *e* (25 km. et 12 km. 500 de câbles souterrains) on a eu de très bons résultats.

Quant à la synchronisation, même sur les plus mauvaises lignes, elle a toujours fonctionné parfaitement sans aucune difficulté.

On pourrait craindre que le mécanisme de ce procédé de téléphonie secrète étant connu, on puisse, moyennant une certaine habileté, surprendre une communication et la déchiffrer, à l'aide d'appareils analogues.

Mais, sans y insister davantage, nous dirons que des solutions ont été trouvées pour rendre impossible cette captation, même par des gens avertis, et rendre ainsi les conversations téléphoniques réellement secrètes.

Ce dispositif de téléphonie secrète peut recevoir la dénomination de « cryptophone », comme l'a proposé M. O'Keenan.

L'ensemble n'est pas encore assez simplifié pour que l'on puisse en voir l'application généralisée, mais tel que, il peut rendre d'utiles services dans les applications militaires et à certains cas particuliers.

..

Le dispositif de synchronisation à distance est, en lui-même, susceptible d'autres applications, notamment pour les appareils télégraphiques tels que le Baudot, et l'on procède actuellement à des essais à cet égard. La facilité et la rapidité avec lesquelles s'effectue l'accrochage des deux moteurs correspondants, la stabilité du synchronisme ainsi obtenu, font qu'il est permis d'envisager une simplification importante des distributeurs, puisqu'il en résulterait la suppression, tout à la fois, du régulateur et du système correcteur.

DEVAUX-CHARBONNEL

Notice par M. POMEY

Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes.

M. Devaux-Charbonnel (Xavier-Frédéric-Georges), ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes, né le 4 juin 1865, est mort le 1^{er} mars 1919. L'Administration fait une grande perte, qui est aussi profondément ressentie par tous ceux qui s'intéressent à la physique et plus particulièrement à l'électricité. Il était ancien élève de l'École Polytechnique, de la promotion de 1884 ; ce dut être pour lui une vive satisfaction d'y revenir plus tard comme répétiteur, car cette nomination, qui prouvait que ses travaux avaient été appréciés par des juges compétents, devait réaliser un rêve de jeunesse.

Il fut tout d'abord astronome au Chili et ses premières publications ont pour objet l'exposé d'une nouvelle méthode pour déterminer les longitudes en mer au moyen des occultations d'étoiles par la lune. Ces débuts expliquent pourquoi il chercha plus tard, après la pose du câble de Majunga à Mozambique à laquelle il avait coopéré, en employant la télégraphie sous-marine, la différence de longitude entre ces deux points d'aboutissement du câble. Mais c'est dans la détermination de la longitude Brest-Dakar qu'il remporta, en 1911, un véritable succès, puisqu'il obtint une précision tout à fait comparable à celle que permettait d'avoir la télégraphie sans fil.

Il entra dans l'Administration des Postes et Télégraphes en 1891, et en 1894 fut nommé au service des câbles sous-marins. Il chercha à préciser le nombre de signaux qu'on peut recevoir par minute : il étudia, à cet effet, les courbes recueillies sur les bandes des récepteurs. Le traité de télégraphie sous-marine de Wünschendorff, qui faisait autorité et qui a encore conservé une

grande valeur, donnait (p. 485) pour la vitesse de transmission une formule compliquée. Devaux-Charbonnel montra que la loi énoncée par Thomson est vraie dans tous les cas.

Mais il convient d'insister davantage sur deux services importants qu'il rendit à la télégraphie sous-marine : le premier, fut la part de collaboration très active qu'il prit à la détermination de la spécification des câbles téléphoniques franco-anglais ; le second, fut la découverte d'une bonne méthode pour la détermination de la capacité des câbles sous-marins. Cette méthode a été adoptée par l'Administration française pour les mesures à effectuer périodiquement sur son réseau. Il s'agissait de déterminer la propagation du courant sur un câble, bloqué par un ou par deux condensateurs, dans l'hypothèse où la résistance de la pile est négligeable : il utilisa diverses considérations d'approximation. Le problème mathématique fut traité rigoureusement par le Dr. K. W. Wagner en 1909 (*Pys. Z. S.*, p. 865). Lorsque la capacité qui bloque le câble est petite par rapport à la capacité du câble lui-même, on retrouve les formules de Devaux-Charbonnel. La difficulté de la mesure, c'est que la charge d'un câble de grande longueur est lente et peut durer plusieurs secondes, ce qui empêche de la mesurer à la manière ordinaire, en la faisant passer à travers un galvanomètre balistique. On peut, au contraire, la déduire très exactement et très simplement de la charge qui est prise par un condensateur placé en cascade devant le câble. Remarquons que ce sont justement les conditions d'exploitation sur les longs câbles.

Il fut attaché pendant quelques années à la direction technique de la Région de Paris. A cette époque-là, beaucoup parmi nous ignoraient encore la théorie de la propagation des courants téléphoniques. On faisait encore des essais en bouclant des lignes et des câbles pour faire des circuits de plus ou moins grande longueur : on appréciait la qualité de la transmission en donnant des notes de 0 à 20 à l'audition d'un article de journal lu à l'autre extrémité. La formule de l'affaiblissement avec la distance était peu connue et l'on croyait que les affaiblissements s'ajoutaient, sans se soucier des réflexions qui se produisent à la

réunion de deux parties homogènes qui n'ont pas la même caractéristique. Devaux-Charbonnel a été en avance sur plusieurs d'entre nous ; c'est lui qui m'a appris la formule $\beta = \frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}}$ pour l'atténuation. Il fut toujours ainsi à l'avant-garde du progrès : c'est ce qui explique qu'il ait pu intituler l'ouvrage fondamental qu'il a laissé : *l'État actuel de la science électrique* (Dunod, 1908).

Il était licencié ès-sciences mathématiques et licencié ès-sciences physiques : cette double aptitude fut confirmée par le succès de son cours à l'École supérieure des Postes et Télégraphes et des conférences qu'il y fit : il était habile mathématicien, mais il n'abusait pas du calcul : assez géomètre pour avoir l'esprit de finesse, il était surtout physicien. Il me disait un jour : « A quoi cela sert-il, les mathématiques ? » — Je pensais que les mathématiques servent d'abord à préciser les idées, ensuite à donner des formules pratiques : mais j'ai réfléchi à sa question et je crois que sa pensée était que l'expérimentation doit avoir le pas sur le calcul. Et en effet, Képler a précédé Newton et Faraday Maxwell. Il pensait peut-être aussi que les théories les plus abstraites doivent pouvoir s'exposer sans appareil mathématique.

Quoi qu'il en soit, son livre sur *l'État actuel de la Science électrique* est extrêmement attachant et instructif à un double titre : il donne avec clarté et simplicité le résumé des meilleures méthodes de mesures que l'on peut employer pour l'étude des lignes et des appareils et il se termine par une revue des hypothèses les plus modernes et, en particulier, par un exposé de la théorie des ions et des électrons.

Cette dernière partie était la reproduction d'une série de conférences très brillantes faites par lui à l'amphithéâtre de l'École supérieure des Postes et Télégraphes.

Dans la conférence des techniciens des Télégraphes et des Téléphones de 1910, les problèmes qui s'imposaient à l'attention étaient ceux de la propagation du courant téléphonique, de la standardisation, de l'analyse de la voix. A chacune de ces questions, Devaux-Charbonnel apporta une réponse et sa contribution aux études téléphoniques fut de premier ordre.

D'une façon très simple, en arrêtant les fréquences très basses par un condensateur et les plus hautes par une self-inductance, il montra quelle était l'ouverture de la fenêtre par où la voix humaine pouvait passer sans que son intelligibilité fût trop compromise, résultat important puisqu'il indique pour quelle fréquence moyenne il suffit de calculer les lignes et les appareils.

Déjà auparavant, il avait essayé d'analyser à l'oscillographe les voyelles émises par la voix humaine : les constatations qu'il avait faites ainsi paraissaient n'être pas tout à fait d'accord avec la théorie de la vocale d'Helmholtz. Les objections qui lui avaient été opposées semblaient l'avoir un peu ébranlé. Je crois que c'est un sujet sur lequel il avait l'intention de revenir.

Son rapport sur la standardisation contribua grandement aux décisions de la conférence.

Peu après, il indiqua une méthode simple pour la détermination expérimentale de l'affaiblissement et de la caractéristique. Il avait déjà publié, sous son nom seul, six ou sept notes aux Comptes rendus de l'Institut. La précédente se rapportait à ce sujet connexe, celui des lignes téléphoniques artificielles : il montra que dans le cas des courants périodiques en régime permanent, le problème perdait beaucoup de sa complication et qu'on pouvait recourir à des combinaisons simples de résistances et de capacités. Partout on voit paraître son grand talent de simplification.

Il publia d'ailleurs bien d'autres études sur la téléphonie : je passe. Mais il y a un service considérable qu'il a rendu à l'Administration et que je voudrais faire ressortir.

Dès qu'on avait su en France que l'on pouvait superposer à deux circuits téléphoniques physiques, une troisième communication téléphonique résultant de la combinaison des deux circuits, comme si la voix humaine était portée par un circuit fantôme, on avait essayé de faire la combinaison : mais le résultat n'avait pas été satisfaisant. On avait pensé que la réussite n'était assurée que si les circuits téléphoniques étaient placés sur des rangées de poteaux distinctes des rangées supportant les fils télégraphiques et encore dans des conditions d'isolement et d'écartement particulières.

Il reprit l'étude du problème de sa propre initiative, mais il opéra d'une façon tout à fait méthodique, section par section. Il ne craignit pas de passer des nuits à travailler dans des guérites de raccordement de fils le long des voies ferrées. Il fit refaire, sur les circuits primaires, les croisements qui n'étaient pas établis correctement et il s'attacha à obtenir une exacte balance en faisant effectuer les croisements nécessaires entre les deux circuits ; il eut la joie de voir cette étude minutieuse et ingrate couronnée d'un plein succès. Ce que j'admire ici, c'est son soin, sa méthode et sa persévérance. Les principes qu'il avait appliqués aux circuits de Paris à Rouen ont permis, depuis, de constituer un grand nombre de communications du même genre.

Je suis persuadé que l'habileté opératoire ne s'acquiert pas dans les cours ou par des exercices de mesure, mais seulement par l'enseignement direct d'homme à homme et la fréquentation assidue du laboratoire : quels élèves utiles il aurait ainsi formés ! Il me paraît évident qu'il a dû lui-même retirer grand profit du laboratoire de l'École normale où il collabora avec M. Abraham. Il faudrait que l'habileté acquise puisse ainsi se transmettre de proche en proche. En somme, Hertz a été élève du laboratoire de Helmholtz.

S'étant bien rendu maître des conditions d'emploi de l'oscillographe Blondel, il put aborder expérimentalement une foule de problèmes : la forme des courbes de courant à l'arrivée ; l'influence de la constante de temps des appareils récepteurs ; la mesure de la self-induction des lignes en cuivre et en fer ; les méthodes de mesures des lignes télégraphiques aériennes ; procédé pour éliminer, dans la mesure d'une résistance au pont de Wheatstone, l'influence de la force électro-motrice de terre parasite ; mode opératoire pour la mesure des résistances par la déviation directe, quand la ligne est parcourue par des courants variables parasites, dus au voisinage d'une voie ferrée électrifiée ; discussion des causes d'erreurs dans la mesure des capacités de fils télégraphiques ; distinction de la self-inductance apparente et réelle ; mesure électrique des temps très courts par la décharge du condensateur.

L'étude oscillographique qu'il avait faite de la courbe de courant dans les appareils de réception lui permettait de porter un jugement autorisé sur la sensibilité des divers relais et sur la comparaison des appareils rapides les uns avec les autres.

Élu président de la section de télégraphie et de téléphonie au Congrès international de Marseille de 1908, il présenta un remarquable rapport sur les appareils télégraphiques rapides. Il avait vérifié expérimentalement que le temps au bout duquel le courant reçu atteint sa valeur de régime est assez bien représenté

par la formule $\sqrt{CL} + \frac{3}{4} L_1 : R_1$, la capacité et la self-induc-

tance de la ligne étant représentées par C et L, tandis que R_1 et L_1 sont la résistance et la self-inductance de l'appareil. Les appareils réellement rapides étant ceux qui utilisent au maximum la capacité de transmission de la ligne, il montre l'avantage, sur les appareils à relais, des appareils qui sont à réception directe comme le Pollag-Virag ou le Mercadier-Magunna et qui fonctionnent pendant le régime variable de courant. Il laisse d'ailleurs volontairement dans l'ombre le côté exploitation, les systèmes à distributeurs ayant des avantages d'un autre ordre.

Devaux-Charbonnel a eu quelques collaborateurs, parmi lesquels on peut citer M. Decoin. Il reçut aussi les conseils de M. Blondel, pour l'adaptation de l'oscillographe à la description des courants télégraphiques et il eut soin de recueillir les avis de M. Langevin, avant de publier ses idées sur la théorie des électrons. Il était estimé par tous ceux qui font honneur à la technique électrique et la Société internationale des électriciens le choisit pour vice-président en 1909-1911.

C'est à lui que sont dus les sept tableaux de données pratiques sur la télégraphie électrique et sur la téléphonie qui figurent au recueil de constantes physiques publié par Abraham et Sacerdote, en 1913, sous les auspices de la Société de Physique.

Enfin, je terminerai cette notice, bien incomplète, en rappelant qu'il était membre du comité d'Électricité au Ministère des Travaux publics. Il a publié en 1916 un résumé fort remarquable

au sujet de la protection des lignes télégraphiques ou téléphoniques contre les troubles dus au courant monophasé de traction. C'est un document qui marque une date et auquel les intéressés devront se reporter pour profiter de l'expérience acquise.

Service d'Études et de Recherches Techniques

DE L'ADMINISTRATION DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

Boulisterie.

Les installations de boulisterie mécanique ont pour objet de transporter de petits objets en évitant tout déplacement de personnel et, autant que possible, tout retard dans l'expédition.

Parmi les applications de la boulisterie mécanique au service des Télégraphes, l'une des plus intéressantes serait le transport des télégrammes depuis le guichet de l'agent taxateur jusqu'à la table de direction dans la salle des appareils. L'objet de la présente étude est de déterminer quel est le type de boulisterie qui conviendrait le mieux à cette fin, ou tout au moins de préciser les conditions techniques qu'il est indispensable de réaliser.

*
* *

En premier lieu, le point de départ de la boulisterie doit être situé à portée de la main de l'agent taxateur, sans que cet agent ait à se retourner sur son siège ni à faire une manœuvre inconmode pour expédier le télégramme. Le point d'arrivée de la boulisterie doit être situé sur la table de direction ou à portée de la main de l'agent directeur.

Faute de remplir rigoureusement ces conditions, les installations de boulisterie sont peu appréciées du personnel qui s'en sert et, en vérité, elles remplissent incomplètement leur objet mécanique.

On a donc très peu de marge dans le choix du point de départ et du point d'arrivée. Entre ces deux points, le parcours de la boulisterie est subordonné aux dispositions des lieux et, selon

la nature du parcours, le problème de boulisterie est plus ou moins difficile à résoudre.

Il y a trois sortes de parcours possibles :

- 1° Parcours uniquement rectilignes ;
- 2° Parcours entièrement contenus dans un seul plan (horizontal ou vertical avec courbes à volonté) ;
- 3° Parcours qui ne sont pas entièrement contenus dans un seul plan.

Les parcours uniquement rectilignes, les plus simples de tous, sont presque toujours inconciliables avec la disposition des locaux, on ne les citera donc que pour mémoire.

Dans beaucoup de cas, au contraire, il sera possible de faire choix d'un parcours présentant des courbes, mais entièrement contenu dans un seul plan, par exemple un plan vertical.

Le troisième genre de parcours, parcours non entièrement contenu dans un seul plan, sera parfois obligatoire, mais on ne l'adoptera que lorsqu'il y aura impossibilité absolue de faire autrement.

*
*
*

Nous connaissons deux systèmes de boulisterie, consacrés par l'expérience, pouvant s'adapter avec quelques variantes à tous les genres de parcours. Ce sont le système à pinces mobiles sur un chemin de roulement sans fin et le système à tube aspirateur. Nous allons procéder sommairement à leur description et à leur comparaison.

Système à pinces mobiles sur un chemin de roulement sans fin. — Dans ce système, il existe au point de prise et au point de lâcher un butoir convenablement profilé qui provoque l'ouverture et la fermeture automatique de la pince. En dehors de ces points, la pince est normalement fermée sous l'action d'un ressort ; elle peut être avantageusement garnie de caoutchouc pour maintenir sans aucun risque de glissement une simple feuille de papier.

Quand le parcours est entièrement contenu dans un seul plan, on peut constituer le chemin de roulement par une courroie de

euir sans fin, tournant sur des poulies, l'une motrice, les autres d'inflexion ou de renvoi. Dans ce cas, on peut attacher les pinces sur le bord de la courroie et l'on a une installation extrêmement simple. Exemple : au Crédit Lyonnais, boulevard des Italiens, service des chèques.

Quand le parcours n'est pas entièrement contenu dans un seul plan, il faut à la fois entraîner la pince sur le chemin sans fin et assurer son orientation dans le parcours, malgré la torsion de celui-ci. On y arrive, par exemple, en attachant la pince sur un câble rond moteur en filin tressé et en la guidant par glissement entre deux barres plates parallèles et à écartement constant, pouvant constituer un chemin à torsion quelconque. Exemple : à la Caisse Nationale d'Épargne, rue Saint-Romain, à Paris.

Système à tube aspirateur. — Dans ce système, les feuilles à expédier sont mises dans une boîte cylindrique, laquelle boîte est introduite à la main dans le tube aspirateur au moment choisi pour l'expédition. L'aspiration est faite, soit par un système à pédale, soit par un moteur électrique accouplé à un ventilateur : la boîte est entraînée dans le tube qu'elle parcourt en quelques secondes et est projetée à l'arrivée sur une table de réception. On réexpédie la boîte vide de la table de réception à la table de départ par refoulement d'air dans le tube au moyen du même ventilateur qui est monté à double effet.

Le parcours du tube peut être indifféremment contenu ou non dans un seul plan.

Le système à tube aspirateur est appliqué dans plusieurs établissements de Postes et Télégraphes à Paris. Exemple : au bureau 49, rue Sainte-Anne.

Comparaison des deux systèmes. — Au point de vue du prix de premier établissement, les systèmes à pinces mobiles sont moins chers que les systèmes à tube aspirateur.

Une installation à tube aspirateur construite en 1916, avec un parcours de 25 mètres environ en U renversé et manœuvre du ventilateur par pédale a coûté 2.400 francs.

L'installation à pinces mobiles de la Caisse d'Épargne est une installation très complexe, avec changements de plan, 325 mètres

de circuit, postes de prise et de lâcher nombreux et combinés entre eux de façon à avoir automatiquement toutes les intercommunications possibles. Cette installation a coûté 20.000 francs en 1914.

Une installation du même système que l'on ferait avec un seul poste de départ et un seul poste d'arrivée sur un parcours ne dépassant pas 25 à 30 mètres ne coûterait peut-être pas plus de 2.000 francs.

Une installation à pinces mobiles sans changements de plan et ayant le même développement de parcours coûterait à peine un millier de francs en adoptant un système simplifié analogue à celui qui fonctionne au Crédit Lyonnais, boulevard des Italiens.

Les systèmes à pinces mobiles sont à mouvement continu et consomment une certaine quantité d'énergie électrique. En évaluant cette consommation à 2 kilowatts-heures par jour, on dépenserait 1 fr. 50 d'électricité par jour, soit environ 600 francs par an. Cette dépense n'a pas lieu avec les systèmes à tube aspirateur, mais elle est minime et il y a, d'autre part, un avantage considérable à posséder un appareil en mouvement continu plutôt qu'un appareil dont la commande est laissée à l'initiative d'un agent. Quand le mouvement est continu, l'agent expédie toujours les télégrammes au fur et à mesure que le public les a déposés ; quand la commande de l'appareil est laissée à l'initiative de l'agent du guichet, comme c'est le cas avec les tubes aspirateurs, l'agent du guichet peut laisser les télégrammes s'accumuler devant lui avant d'en faire l'expédition, afin de s'éviter la peine de la manœuvre (mise de télégrammes dans une boîte, mise de la boîte dans le tube aspirateur, manœuvre du bouton d'expédition).

La mise en place des systèmes de boullisterie entraîne, quels qu'ils soient, l'exécution de quelques travaux de bâtiment toujours faciles à exécuter. Avec les systèmes à tubes aspirateurs, les percements du bâtiment sont ensuite obturés sans création de courants d'air, avec les systèmes à pinces mobiles, les percements ne peuvent pas être entièrement obturés et il y a création de courants d'air parfois gênants. Il importe de réduire ceux-ci

au minimum acceptable par des dispositifs appropriés aux formes et à l'occupation des lieux.

Conclusions. — Le système de boulisterie à pinces mobiles peut assurer dans les meilleures conditions de rapidité et sans demander aucune manœuvre à l'agent du guichet, l'expédition des télégrammes du guichet à la table de distribution. Il nous paraît préférable au système à tube aspirateur.}

L'établissement d'un système de boulisterie à pinces mobiles n'entraîne que des frais de premier établissement très peu élevés chaque fois que le parcours pourra être établi dans un seul plan.

Les frais de premier établissement pourront être environ doubles dans le cas où il y aurait obligatoirement changement de plan.

Les systèmes que nous avons indiqués dans notre étude (système du Crédit Lyonnais, boul. des Italiens, système de la Caisse d'Épargne) sont satisfaisants, mais ne sont pas forcément les seuls, ni les meilleurs marchés.

La présente étude peut, le cas échéant, servir de base à l'élaboration du cahier des charges d'un concours technique pour la création de systèmes de boulisterie qui seraient plus avantageux. Mais si le nombre des installations à faire est restreint, celles-ci disséminées, il peut être à craindre que les constructeurs-spécialistes — d'ailleurs en petit nombre — ne s'intéressent pas à un concours technique et, dans ce cas, les types de boulisterie que nous avons indiqués seraient suffisamment éprouvés par l'expérience pour être adoptés tels quels.

Enfin, il y aurait lieu, dans la réalisation de toute installation de boulisterie à pinces mobiles, de prendre toujours quelques précautions pour limiter les courants d'air.

Instruction sur l'installation des bureaux télégraphiques principaux.

Le Service d'Études prépare une *Instruction sur l'installation des bureaux télégraphiques principaux*, approuvée par le Comité technique.

Ce volume, abondamment illustré, renferme des données pratiques très précises sur la production et la répartition des voltages, sur l'établissement des collecteurs de terre, et sur l'installation des organes de répartition et de coupure des lignes télégraphiques.

COMITÉ TECHNIQUE DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

Voisinage des installations téléphoniques et des installations d'éclairage électrique à l'intérieur des immeubles.

Le voisinage des installations téléphoniques et des installations d'éclairage électrique à l'intérieur des immeubles peut être la cause d'accidents de personnes ou de dégâts de matériel. Pour réduire ces dangers au minimum, l'Administration a déjà donné des instructions au personnel de ses services d'exécution (1).

Le Comité technique a repris l'examen de cette question, importante à divers points de vue. Il a émis l'avis que l'Administration introduise des clauses spéciales dans les contrats d'abonnement au téléphone pour être prévenue de l'existence des voisinages et pouvoir garantir ses intérêts matériels.

Les instructions déjà données au personnel de l'Administration seront complétées pour être rendues encore plus efficaces.

Les entrées de postes téléphoniques aériennes devront être éloignées d'au moins un mètre des entrées de postes aériennes d'énergie, que les murs de l'immeuble soient ou non situés sur le domaine public.

Il sera interdit de faire croiser ou rendre parallèles des fils d'appartement et des fils d'énergie nus, à moins d'observer entre ces groupes de fils une distance de un mètre.

Les fils téléphoniques d'appartement placés parallèlement à une canalisation d'énergie isolée devront être éloignés de celle-ci d'au moins 5 centimètres. Toutefois, cette distance pourrait être réduite jusqu'à 2 cm. au cas où il serait reconnu difficile de se maintenir à 5 cm. et pourvu que la canalisation d'énergie soit

(1) *Instruction sur l'installation des postes téléphoniques d'abonnés* (1918, p. 27).

sous moulure ou sous tube isolant et qu'aucun contact ne soit à craindre entre les crochets supports de cette canalisation et ceux des fils téléphoniques.

Les canalisations téléphoniques qui empruntent des passages par percement à travers des murs ou des cloisons ne devront jamais emprunter les mêmes percements que d'autres canalisations telles que lumière, sonneries, etc...

Il faut éviter de faire se croiser les fils téléphoniques et les canalisations privées. Lorsqu'un tel croisement ne peut être évité, il doit être effectué à angle droit et les fils téléphoniques formeront un pont au-dessus des canalisations privées, sans les toucher. A chaque extrémité du pont, les fils téléphoniques devront être solidement fixés par un crochet vitrifié : ils seront recouverts de ruban goudronné dans le pont et jusqu'à 1 cm. au moins au delà de chaque crochet.

Dans les croisements en pont, on fera utilement usage d'une forme de pont en porcelaine ou en verre, surtout si la canalisation d'énergie n'est pas sous moulure ou sous tube isolant.

S'il arrivait que des fils téléphoniques et des fils d'énergie fussent parallèles de part et d'autre d'un panneau ou d'une cloison en bois, ils ne devraient pas être directement opposés.

L'attention des ouvriers monteurs devra être attirée sur la possibilité de l'existence de canalisations d'énergie dissimulées dans les différentes parties de bâtiment : maçonneries, boiseries, etc...

Les règles qui viennent d'être indiquées sont unilatérales, c'est-à-dire qu'elles sont appliquées par les ouvriers monteurs de l'Administration, mais non pas forcément par les ouvriers de l'industrie privée qui établissent les canalisations d'énergie chez les particuliers. Le Comité technique a enfin émis l'avis, que l'Administration, après avoir déterminé les règles qu'elle impose à ses propres services, s'efforce, ainsi qu'elle en a d'ailleurs manifesté l'intention, de provoquer des instructions émanées des services compétents du contrôle des distributions d'énergie électrique pour que, en matière de voisinage des installations téléphoniques et des installations d'énergie électrique à l'intérieur des immeubles, les règles à suivre par les entrepreneurs soient définies sans équivoque.

Combinateur de fils pour groupe quadrifilaires.

Un groupe quadrifilaire, tel que le groupe 1-1', 2-2' (fig. 1),

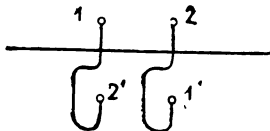


Fig. 1. — Groupe quadrifilaire.

contient trois circuits téléphoniques, à savoir : le circuit 1-1', le circuit 2-2' et un circuit dit « combiné » formé par la combinaison quadrifilaire des deux précédents.

M. Dive, commis à Avignon, a imaginé un appareil combinateur de fils à placer dans les bureaux extrêmes ou bien points de coupure de première catégorie et destiné à servir en cas de dérangement du groupe quadrifilaire pour rechercher s'il y reste deux fils en bon état et pour utiliser, le cas échéant, ces deux fils pour constituer un circuit provisoire.

La figure 2 montre comment les fils 1-1' 2 et 2' d'un groupe

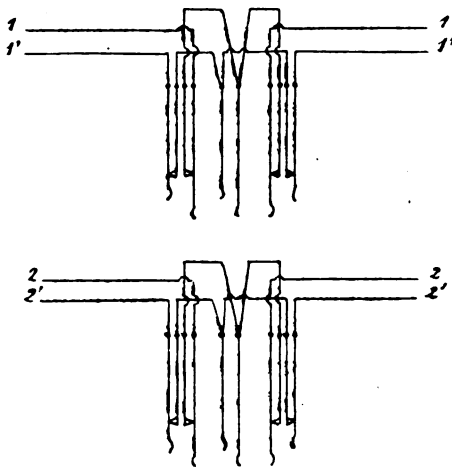


Fig. 2. — Passage des fils d'un groupe quadrifilaire dans les boîtes de coupure.

quadrifilaire passent par les boîtes de coupure d'un bureau, point de coupure de première catégorie.

L'appareil Dive se compose d'une planchette portant un jack à douze ressorts, deux jacks à deux ressorts et quatre fiches selon le schéma de montage de la fig. 3.

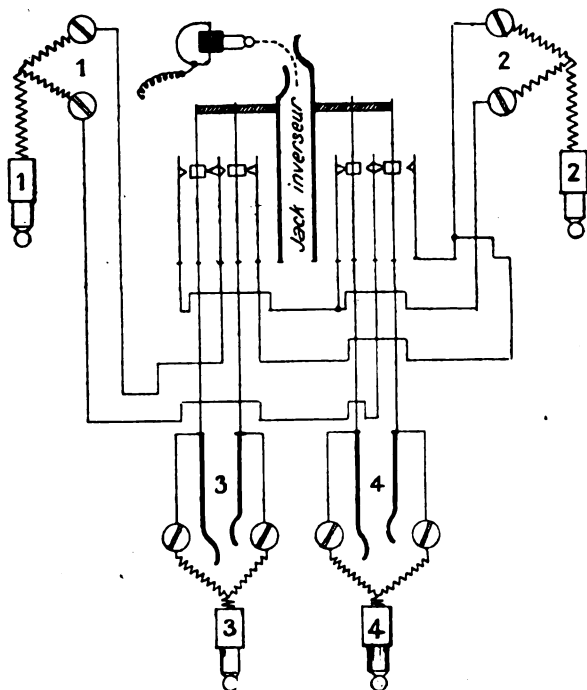


Fig. 3. — Schéma électrique du combinateur de fils pour groupe quadrifilaire.

Pour se servir de l'appareil, on opère de la façon suivante :

1° On introduit les fiches 1 et 2 dans les jacks de boîtes de coupure, côté du dérangement, comme le montre la figure 4. Cette opération renvoie sur chacun des jacks 3 et 4 un fil du circuit (1-1') associé avec un fil du circuit (2-2');

2° Avec la fiche d'essais du bureau, ou même directement au téléphone, on recherche si l'un des deux jacks 3 et 4 ne contient pas précisément deux fils qui soient exempts de dérangements.

Si l'on rencontrait un seul fil bon de chaque circuit dans le jack 3 et un seul fil bon également dans le jack 4, il faudrait

manœuvrer la fiche spéciale dans le jack d'inversion pour renvoyer les deux fils bons dans le même jack ;

3° En supposant que le jack 3 recueille deux fils défectueux et le jack 4 deux fils bons, propres à constituer un circuit de

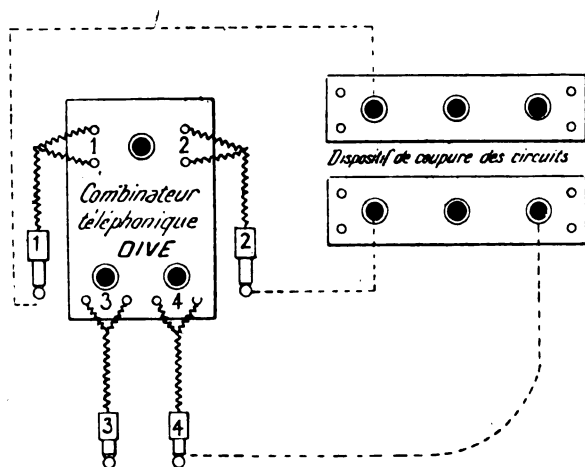


Fig. 4. — Montage du combinateur.

secours, on enfonce la fiche 4 dans la boîte de coupure du circuit que l'on veut continuer à utiliser (voir fig. 4) et l'on avise les têtes de ligne de la combinaison établie ;

4° Le facteur surveillant étant parti pour relever le dérangement, on rentre périodiquement sur le jack qui a recueilli les deux fils défectueux afin de s'assurer si le dérangement persiste.

..

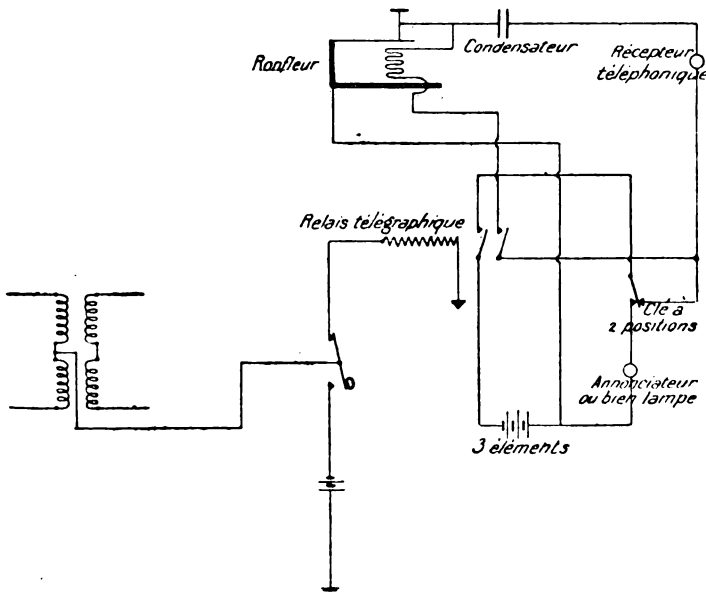
L'appareil combinateur de fils pour groupes quadrifilaires a été mis à l'essai depuis le mois d'octobre 1917 sur les circuits Paris-Marseille, Avignon-Marseille, Avignon-Lyon et il aurait permis, dans une quarantaine de dérangements, de constituer des circuits de secours pendant un temps total de 428 heures.

Dispositif d'appropriation des circuits téléphoniques pour la préparation télégraphique des communications.

L'expérience a établi que pour approprier les circuits téléphoniques en vue de la préparation télégraphique des communications le meilleur procédé consiste à produire des signaux télégraphiques vibrés de tonalité aiguë qui sont lus au son dans le récepteur téléphonique de l'opératrice du circuit.

Le bureau interurbain de Paris emploie déjà des appareils basés sur ce principe, mais le schéma de montage adopté au bureau interurbain de Paris n'est pas commodément applicable aux bureaux de province.

M. Chamiot, mécanicien principal, a réalisé un schéma de montage qui correspond à un petit groupe d'organes pouvant se fixer sur une planchette facile à placer dans les tables interurbaines.



La figure ci-dessus donne le schéma électrique de ce dispositif.

COMPTE RENDU DES PÉRIODIQUES

Revue française, par M. TAPPIN, Inspecteur des Postes et Télégraphes.
— Revues étrangères, par M. HAMEL, Ingénieur des Postes et Télégraphes.

PÉRIODIQUES EN LANGUE FRANÇAISE

Programme de transformation du réseau télégraphique français (*R. G. E.*, 22 février 1919). — Depuis la vaste expérience des câbles sous gutta, qui ont constitué le premier réseau souterrain français, bien des perfectionnements ont été apportés aux câbles, bien des progrès ont été faits dans la technique électrique qui ont montré les moyens de contre-battre les effets fâcheux de la capacité. Aux anciens câbles sous gutta ont succédé les câbles sous papier imaginés par Barbarat ; concurremment à ces câbles, il nous vient aujourd'hui d'Amérique des câbles étudiés par la Western Electric Co, qui, sous un très petit volume, contiennent un nombre formidable de conducteurs. Pour vaincre la capacité, le grand Américain d'origine serbe, Pupin, a indiqué des règles précises. Pour distribuer l'inductance le long des conducteurs, il suffit d'une dizaine de bobines par longueur d'onde pour que l'ensemble du circuit se comporte comme un circuit homogène de la spécification la plus favorable.

Ces deux grandes découvertes, un isolant pratique à faible constante diélectrique et la pupinisation, rendent aujourd'hui techniquement possible l'établissement d'un grand réseau de câbles.

On pourrait craindre cependant que l'on ne fût obligé d'employer des conducteurs de trop gros diamètre pour réunir des villes éloignées de 800 à 1.000 km., distances qui sont les plus grandes que nous ayons à envisager en France, mais ici encore le remède est connu.

S'agit-il de transmissions ordinaires par piles, il est toujours

facile d'intercaler des relais ; il est vrai que le relais translateur ne rend que ce qu'on lui a donné et que, par suite, si l'on supprime l'inconvénient qui provient de la longueur, on ne détruit pas la déformation produite le long du segment considéré du fait de la propagation. Mais justement cet obstacle a été surmonté et même de deux manières : la première consiste dans l'emploi bien connu des translations rectificatrices ; la seconde consiste dans l'intercalation des transmetteurs.

S'agit-il de transmissions vibrées dans lesquelles, comme dans la téléphonie, on a affaire à des vibrations sonores, il suffit de recourir au relais téléphonique. On sait que l'Administration française se sert avec succès du relais Marius Latour, basé sur l'emploi des lampes à vide (1) et qu'un système analogue est déjà employé en grand en Amérique. Or, ce genre de relais fonctionnant sans inertie, il est possible d'introduire sur une communication à grande distance un nombre quelconque de ces organes sans introduire de déformation. Il y a six relais entre New-York et San Francisco, sans que la parole soit altérée autrement que par les défauts accidentels ou inévitables de la ligne ; mais les relais n'en sont pas responsables.

Cette possibilité étend singulièrement le champ d'action de l'admirable télégraphe harmonique Mercadier-Magunna, qui sera le système de l'avenir.

Ajoutons que les progrès de la télégraphie sans fil augmentent considérablement l'étendue de la gamme des fréquences disponibles et que la télégraphie ordinaire est appelée à recueillir le bénéfice de ces immenses progrès, dus pour une si large part à la haute direction du colonel aujourd'hui général Ferrié.

Tout concourt donc à montrer qu'aujourd'hui la création d'un grand réseau télégraphique en câble est une chose pratique, que toutes les difficultés inhérentes à cette grande entreprise seraient facilement résolues.

Nous n'avons considéré jusqu'ici que le côté télégraphique et non le côté administratif de la question.

(1) Les relais téléphoniques employés par l'Administration française ; *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*. Septembre 1918, p. 403.

Or, il y a parfois des règlements ou des conventions qui empêchent ou retardent l'accomplissement de phénomènes naturels.

Ici, la raison administrative saute aux yeux : c'est que l'Administration des Postes et Télégraphes a le droit d'établir ses lignes télégraphiques le long des voies de chemin de fer, sans avoir à payer de redevance pour l'occupation du sol et que ses agents de surveillance des lignes peuvent se transporter gratuitement avec leur matériel le long des lignes dans les trains des compagnies. Ce droit suffit pour attribuer à la construction des lignes aériennes le long des voies ferrées un avantage considérable sur toute construction empruntant les routes nationales. Les Administrations ne peuvent évidemment faire abstraction de ce privilège. Elles trahiraient les devoirs de leur position si elles l'abandonnaient. Toute la question est de savoir si elles ne sont pas tentées d'exagérer le bénéfice qu'elles en retirent et s'il n'y a pas une part d'erreur dans un attachement attardé à de vieilles méthodes. Peut-on indéfiniment lutter contre une loi naturelle, le seul genre de loi que personne ne puisse enfreindre ?

Il ne faut donc pas que notre jugement soit faussé, soit par l'habitude, soit par un trop grand respect des traités : l'intérêt des chemins de fer est d'écarter les lignes télégraphiques, celui de l'Administration est de se faire payer son déplacement. C'est une question financière. Mais l'esprit dans lequel on aborde cette difficulté doit être un esprit de conciliation et il serait fâcheux qu'il y eût des attitudes intransigeantes et des oppositions irréductibles.

Or, dans l'intérêt de la France, qui doit primer tout, on doit espérer que les chemins de fer, dans un avenir prochain, seront électrifiés. Il y aura évidemment dans l'électrification des chemins de fer une économie énorme de combustible, qui pourra être utilisé d'une façon plus profitable dans les industries chimiques ou métallurgiques et dans les installations de chauffage. L'état de nos mines, l'abondance des chutes d'eau concourent à faire adopter cette importante modification.

De toute façon, il faudra toujours que les lignes d'énergie destinées aux chemins de fer soient constituées de façon à troubler le moins possible les lignes à courant faible. Déjà les transformateurs suceurs

expérimentés sur le Midi semblent donner de bons résultats. Et il ne faudrait pas croire que ces précautions deviendraient inutiles le jour où les lignes télégraphiques viendraient à être écartées; car, même avec les transformateurs suceurs, cet éloignement s'imposera pour les lignes desservies par des appareils télégraphiques rapides et dont il faut souligner l'importance, en regard des frais élevés des conducteurs et des installations.

Pendant 25 0/0 en gros du temps des dérangements, on a pu continuer l'exploitation au Hughes, ce qui démontre combien le Hughes est moins sensible aux défauts des lignes que les systèmes à grand rendement.

Il y a deux causes différentes à ces interruptions de service : la première, ce sont les intempéries; la seconde est la plus redoutable, car elle échappe à toutes prévisions : ce sont les travaux, travaux d'entretien, de déplacements, de remaniement, de constructions; les modifications dans les gares entraînent des changements correspondants dans les lignes télégraphiques; il y a aussi les élagages.

Il y a encore le morcellement du service technique par département qui empêche tout concert dans les opérations, en traitant comme un service territorial et régional un service de liaison analogue aux chemins de fer et aux bureaux ambulants.

On voit combien la durée véritable d'utilisation d'une ligne sur poteaux se trouve réduite par des circonstances imprévues.

*
*
*

Un programme d'ensemble pourrait se diviser en deux groupes :

Communications par câbles pour relier les centres de dépôt principaux, desservis par des appareils rapides :

Communications par câbles pour relier les localités les plus importantes soit entre elles, soit aux centres de dépôt.

Pour les autres communications, les lignes aériennes seraient sans doute suffisantes.

Il serait peut-être prématuré de chiffrer aujourd'hui la dépense et de comparer les frais de travaux neufs, d'entretien et d'amortissement. Il faudrait au préalable fixer son choix sur les types de câbles à adopter.

Je crois fermement que le plus sage serait d'adopter toujours un système bifilaire, de façon que chaque communication fût assurée par un circuit fermé ayant un fil d'aller et un fil de retour.

Il faut remarquer, en effet, que les lignes souterraines elles-mêmes sont sujettes à être parcourues par des courants, dits courants telluriques, dus à des orages magnétiques et que c'est justement pour obvier à ces inconvénients que, sur les communications importantes, on a prévu des boucles de retour auxquelles on est parfois obligé d'avoir recours.

De plus, le double fil permet des combinaisons ; enfin il s'impose pour les télégraphes harmoniques, parce qu'il est facile d'avoir l'anti-induction des boucles et que les enveloppes de ruban conducteur destinées à protéger les fils simples ont de nombreux inconvénients.

L'emploi des détecteurs et des amplificateurs amènera probablement la télégraphie à un degré de sensibilité et de délicatesse où les atténuations des courants parasites et les précautions contre les troubles de voisinage ne seront jamais trop grandes.

Si nous regardons ce qui s'est fait à l'étranger, on constate que l'Angleterre s'est construit un important réseau souterrain ; de même, en Amérique, on rencontre un réseau considérable de câbles posés les uns souterrainement, les autres aériennement et ces câbles sont déjà d'un modèle standard ; ils sont posés sur des poteaux en ciment armé, la plupart du temps.

Cette dernière remarque doit attirer notre attention. Les sections souterraines sont, en effet, coûteuses à établir. Si donc il se trouve que le câble puisse être posé aériennement, on peut espérer que les frais de pose seront considérablement réduits. Le Service des études et recherches techniques de l'Administration des Postes et Télégraphes a déjà entrepris des expériences à ce sujet et nul doute qu'il ne parvienne à fixer des méthodes de construction faciles à introduire dans la pratique.

La construction et la surveillance par les trains réguliers est économique ; mais n'oublions pas qu'aujourd'hui l'automobile nous donne des facilités nouvelles et que bien souvent, en province, en certains nœuds de réseau, on aurait intérêt à envoyer immédiatement

une automobile de tourisme à la recherche du dérangement plutôt que d'attendre le premier train prévu sur l'horaire et qui, peut-être, aura du retard.

La construction sur les emprises des chemins de fer nécessite des wagonnets, couverts par des employés de la voie ; les travaux sont gênés par la circulation ; les moyens mécaniques doivent être réduits au minimum, car un outillage gros ou encombrant risquerait d'occasionner des accidents. On peut, au contraire, constituer des voitures-ateliers pourvus d'appareils de levage, de treuils, de forge, pour acérer les pointes de barres à mines, etc., et ces voitures spécialement aménagées existent déjà en Amérique, bien que l'on n'y soit pas encore parvenu à l'établissement d'un type unique ou standard.

Pour diminuer les difficultés relatives aux points critiques (ponts, villages) ou à la propriété privée, il y a intérêt à réunir le plus grand nombre possible de conducteurs sous la même enveloppe.

Il est certain qu'un réseau aérien est moins coûteux qu'un réseau souterrain, comme frais de première installation. Mais il faut remarquer que la dépense comme entretien et amortissement d'un fil aérien est supérieure à la dépense correspondante pour un fil souterrain.

Ajoutons à cela le temps des interruptions dues aux causes diverses que nous avons signalées.

Et notons enfin que la main-d'œuvre deviendra toujours de plus en plus coûteuse.

Et nous concluons que, tout compte fait, l'intérêt bien entendu du service télégraphique est d'envisager froidement, dès maintenant, une évolution nécessaire.

J.-B. POMEY,

Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes.

Conditions de réception des conducteurs en aluminium (*R. G. E.*, décembre 1918). — Une commission dite « Commission de l'Aluminium » a été nommée il y a quelques mois par l'Union des Syndicats en vue de rechercher et de développer les applications de l'aluminium dans l'industrie électrique.

Le projet concernant les « conditions de réception », élaboré par une de ses sous-commissions est publié ci-dessous.

L'aluminium commercial employé dans la fabrication des conducteurs d'électricité devra satisfaire aux conditions suivantes :

1° *Définition chimique.* — L'aluminium commercial devra contenir 99 % d'aluminium pur, sauf écarts dus à la tolérance d'épreuves. Ce métal ne devra pas contenir d'autres éléments étrangers que le fer et le silicium avec un peu d'oxygène et des traces de carbone. Quant au sodium, les réactifs chimiques actuellement connus n'en devront pas révéler la présence.

L'épreuve chimique sera faite par le dosage séparé des éléments étrangers suivant une méthode spéciale.

Pour l'analyse chimique, la prise d'échantillon et le mode opératoire seront fixés par une note qui sera publiée sous peu.

La tolérance sur la teneur en éléments étrangers sera de 0,2 %.

On retiendra que la teneur de l'aluminium commercial en impuretés usuelles (Fe, Si, O, C) affecte sa conductibilité électrique et sa résistance mécanique, de sorte que les épreuves de conductivité et de ténacité prescrites ci-après pourront donner sur la pureté du métal des renseignements qui suffiront dans la plupart des cas.

2° *Résistance mécanique.* — La résistance mécanique ne présente de l'intérêt que pour les conducteurs soumis à des efforts importants, comme les conducteurs suspendus.

Pour les autres conducteurs, câbles isolés et armés, barres de connexion, pièces de machines et d'appareillage, etc., qui seront construits en métal recuit ou demi-dur, il n'y a pas à rechercher la résistance mécanique, mais on aura toutefois grand avantage à vérifier que le métal employé ne présente pas, à l'état recuit, une résistance par millimètre carré supérieure à 9 kg. parce que la résistance mécanique varie avec les impuretés dans le même sens que la résistance électrique, mais plus rapidement. On a donc là un contrôle précieux de la conductibilité.

Pour les conducteurs suspendus, on exclura radicalement le métal massif pour ne faire emploi que de conducteurs câblés formés de 3, 7, 19 et exceptionnellement 37 brins. On notera à ce propos que la charge se répartit d'autant plus également sur les brins composants que ceux-ci sont en nombre plus réduit.

On devra réduire au minimum les soudures des brins. Ces soudures devront être faites avec le plus grand soin et on devra soigneusement éviter la présence de plusieurs soudures dans la même section d'un câble.

Les brins composants devront être écrouis au maximum et présenter une résistance à la rupture de 20 kg. par millimètre carré pour tous les fils de diamètre de 35/10 mm. et au-dessous. Pour les fils de diamètre supérieur, si, par exception, on en admet dans la composition des câbles, la résistance à la rupture devra être de 18 kg. mm² jusqu'à 50/10 mm.

A défaut de mesure directe possible, la mesure de la résistance mécanique d'un câble se fera par la mesure de la résistance des brins composants et on comptera pour la résistance à la rupture du câble par millimètre carré de section utile (la section utile étant la somme des sections des brins composants) les 85/100 de la somme des résistances à la rupture des brins composants.

Pour les câbles avec âme en acier, il ne peut être question de résistance à la rupture par millimètre carré : on comptera donc pour la résistance totale à la rupture les 85/100 de la somme des résistances totales de l'âme en acier et des brins d'aluminium composants.

L'épreuve de résistance mécanique sera précédée de la mesure du diamètre des brins. Cette mesure devra donner lieu à une tolérance de $\pm 2\%$.

Les mesures de résistance mécanique donneront lieu à une tolérance de 2, 5%.

L'échantillonnage sera fait à raison d'une prise par touret.

Les épreuves seront effectuées à l'usine de câblage, soit en cours, soit en fin de fabrication.

3° Limite d'élasticité, allongement à la rupture, module d'Young.

— La limite élastique du métal écroui entrant dans la composition des conducteurs suspendus ne sera pas inférieure à 11 kg. par millimètre carré.

L'allongement à la rupture des fils écrouis ne sera pas inférieur à 2%, celui-ci étant mesuré sur une éprouvette de longueur égale à $\sqrt{66, 67 S}$ et sous la charge de rupture.

Pour les fils recuits, l'allongement à la rupture ne sera pas inférieur à 25 % pour une résistance à la rupture de 9 kg. par millimètre carré.

Pour le calcul mécanique des conducteurs suspendus câblés, on prendra, pour le coefficient d'allongement et le module d'Young, les valeurs suivantes :

Coefficient d'allongement.....	5,15
Module d'Young.....	0,000148

(La Commission examinera s'il y a lieu d'annexer au présent cahier des charges un tableau des flèches à donner aux conducteurs d'aluminium de différentes sections en tenant compte des prescriptions réglementaires).

4° *Souplesse*. — Le métal ne doit pas être cassant et doit pouvoir supporter sans fatigue les manipulations d'enroulement et de déroulement. A cet effet, chaque brin composant devra pouvoir subir sans crique ni rupture un essai d'enroulement et de déroulement sur son propre diamètre de manière à obtenir six spires jointives.

Cette épreuve sera effectuée sur des échantillons prélevés en même temps et de la même façon que ceux devant servir à l'épreuve de résistance mécanique.

Pour l'aluminium recuit, la souplesse sera vérifiée à l'aide de pliages effectués sur rayon de 3 mm. et à raison de :

25 pliages minimum pour fil de 1 mm.	
20 —	1,5 —
15 —	2 —
10 —	2,5 —

Pour les fils plus gros, les pliages seront effectués sur rayon de 6 mm. et à raison de :

15 pliages minimum pour fil de 3 mm.	
12 —	4 —
10 —	5 —

5° *Coefficient de dilatation*. — On prendra pour le coefficient de dilatation la valeur :

$$\alpha = 0,00\ 002\ 336.$$

6° *Conductibilité électrique.* — La résistivité à 0° C de l'aluminium commercial recuit doit être au plus égale à 2,70 microhms-centimètre (ohm international). Cette valeur correspond à 59 % de la conductibilité de l'étalon Mathiessen (1,593) et sensiblement à 60 % de la conductibilité du cuivre commercial recuit.

Pour l'aluminium écroui, on comptera sur une résistivité de 2 % plus élevée.

La mesure de la résistivité se fera toujours sur des échantillons préalablement recuits. La tolérance sera de 1 %.

La valeur de la résistivité ainsi fixée, jointe à la valeur de la résistance mécanique de l'aluminium recuit, que nous avons fixée à 9 kg. mm² au maximum, caractérise, avec une approximation pratiquement suffisante, la pureté de l'aluminium commercial dont la valeur a été fixée au paragraphe premier.

On comptera pour le coefficient de température sur la valeur 0,0038, de sorte que la résistance à t°C sera :

$$R_t = 2,70 (1 + 0,0038 t).$$

La résistance d'un fil d'aluminium de 1.000 m. de longueur et de 1 mm. de diamètre est égale à 34,38 ohms internationaux à 0° C, et 36,34 ohms à 15° C.

N. B. — La valeur précédente de la résistivité donne, comme rapport des sections de conducteurs d'aluminium commercial et de cuivre commercial de même conductibilité, la valeur pratique :

$$\frac{\text{Section Al}}{\text{Section Cu}} = 1,68$$

et comme rapport des poids, la valeur pratique

$$\frac{\text{Poids Al}}{\text{Poids Cu}} = 0,55$$

ANNEXE I. — Le tableau suivant résume les propriétés de l'aluminium et du cuivre commerciaux :

ANNEXE II. — *Économie d'emploi de l'aluminium.* — Économie d'emploi de l'aluminium en fonction du rapport

Prix de l'aluminium.

Prix du cuivre.

1° A égalité de conductibilité ;

2° A égalité d'échauffement.

ANNEXE III. — *Principes généraux à observer dans la construction des installations électriques en aluminium.*

1. — Faire avec soin le calcul mécanique des conducteurs suspendus. Emploi de l'abaque pour les portées normales. Emploi de la formule du 3^e degré sur les grandes portées. Consultation du tableau des flèches.

2. — Ne pas perdre de vue le balancement des conducteurs et placer les isolateurs de manière à éviter tout contact. Épure du balancement.

3. — Disposer les amarrages aux isolateurs de manière à :

1° Éviter toute usure du câble par frottement contre le verre ou la porcelaine ;

2° Éviter aux conducteurs des efforts de pliage répétés par le fait du balancement. Pas de fixation rigide, amarrage souple ;

3° Éviter aux conducteurs l'échauffement par les effluves.

4. — Soins spéciaux à donner aux conducteurs pendant le transport. Protection des tourets contre le frottement par une enveloppe de bois.

Soins spéciaux pendant la manipulation. Ne pas trainer le câble sur le sol, ne pas le serrer dans des corps durs.

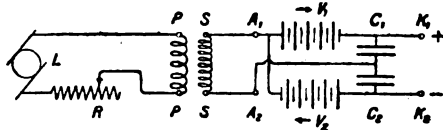
5. — Conservation des tourets en attendant le montage dans des locaux aérés et secs.

Batterie à haute tension alimentée à courant alternatif (*L'Industrie électrique*, novembre 1918). — Le professeur

H. Greinacher a présenté à l'Association Suisse des Électriciens un appareil qui permet d'obtenir, avec le courant alternatif industriel des secteurs de distribution électrique, l'équivalent d'une batterie à haute tension (allant jusqu'à 10.000 volts) et de faible débit du

genre de celles que l'on utilise pour les essais d'isolement, la radio-activité, etc...

Le principe de cet appareil, décrit dans le bulletin de l'A. S. E. (avril 1918), est le suivant : L est une source de courant alternatif ; par exemple, une prise de courant pour l'éclairage. Le courant alternatif circule, en passant par une résistance réglable, dans le primaire d'un transformateur (v. fig.). Le secondaire de celui-ci



est relié aux bornes de l'appareil proprement dit. Celui-ci est constitué par une combinaison appropriée de soupapes et de condensateurs. Le montage est tel que l'on obtient non pas un courant alternatif ou même intermittent, mais bien du courant continu. A cet effet, les soupapes sont divisées en deux groupes : V_1 , V_2 , qui sont montés en sens inverse. V_1 ne laisse passer qu'une moitié de l'onde du courant fourni par le secondaire du transformateur, et V_2 laisse passer l'autre moitié. Soit U_0 le potentiel maximum du point A_1 par rapport à celui du point A_2 dont le potentiel est pris pour origine des potentiels. L'armature du condensateur C_1 , qui est reliée à K_1 , est portée à $+ U_0$, et l'armature de C_2 , reliée à K_2 , est mise au potentiel $- U_0$, grâce aux soupapes V_2 . Les condensateurs conservent cette tension, étant donnée l'action continuelle des soupapes, de sorte que l'on dispose en K_1 , K_2 d'une tension égale à $2 U_0$. Ainsi les points K_1 , K_2 se comportent comme les deux pôles d'une batterie. Même lorsque l'appareil est appelé à débiter un faible courant, la constance de la tension subsiste. Cette constance n'est altérée que lorsque le débit devient assez important. Pour des capacités de l'ordre de 1 microfarad et pour un débit de l'ordre de 0,01 ampère, on a encore une tension constante.

La batterie se compose de 70 éléments à soupapes de Grätz. Ce nombre, qui paraît grand, est nécessaire lorsque l'on veut avoir une tension importante. On pourrait employer des tubes à décharge tels que ceux employés dans la pratique des rayons de Röntgen et deux

de ces tubes suffiraient. Seulement ces soupapes à décharge s'usent trop vite et elles ne peuvent être employées que pour de faibles tensions. Quant aux éléments de Grätz, leur grand nombre ne présente aucun inconvénient, car les éléments sont très petits et faciles à monter. Chacun d'eux est constitué par un petit tube contenant une solution de carbonate de sodium servant d'électrolyte dans laquelle viennent tremper un fil de fer et un fil d'aluminium. Comme capacité, on peut se servir de n'importe quels condensateurs industriels pourvu qu'ils présentent une résistance à la décharge suffisante. Les appareils que l'on trouve actuellement en vente ont des condensateurs qui peuvent supporter une tension constante de 5.000 v. et ont une capacité de 0,5 microfarad. L'appareil peut ainsi fournir une tension de 10.000 v. Un perfectionnement important a été apporté à l'appareil tout récemment et consiste en ce que l'on est arrivé à monter des éléments de Grätz sans électrolyte liquide.

Remarquons que l'on pourrait prendre du courant constant déjà entre A_1 , K_1 , ainsi que entre A_2 , K_2 , et alors on pourrait simplifier l'installation en laissant de côté V_2 et C_2 . Seulement on perdrait ainsi deux avantages de grande importance. Le montage en double donne une tension double de celle dont on dispose aux bornes du secondaire du transformateur : dès lors le transformateur ne devant fournir que la moitié de la tension, il peut être plus petit et partant moins cher. Avec le montage simple, c'est-à-dire avec un seul groupe de soupapes et un seul condensateur, on perd aussi au point de vue de la constance de la tension.

Remarquons que théoriquement on devrait obtenir, avec une tension efficace U une tension constante de $2\sqrt{2} U$, c'est-à-dire environ 2,8 U , mais pratiquement, on ne peut guère compter que sur un peu plus de 2 U à cause de la chute ohmique d'abord et ensuite à cause du fonctionnement imparfait des soupapes. D'ailleurs, cette dernière circonstance peut aussi provoquer des perturbations dans la tension entre les bornes K_1 et K_2 . Ces petites variations ont été observées au moyen d'un électromètre à vibrations, surtout au-dessus de 3.000 volts. Au-dessous de cette limite, l'électromètre n'accusait d'oscillations que pour un débit de 3 milliampères. Un voltmètre statique ordinaire ne laissait voir aucune perturbation.

Quant aux variations de la tension du réseau qui alimente l'appareil, elles sont réduites, grâce aux condensateurs, à de très faibles proportions et l'on ne s'en aperçoit guère aux bornes K_1 , K_2 .

PÉRIODIQUES EN LANGUES ÉTRANGÈRES

Développements possibles de la T. S. F. (*The Yeark-Book of Wireless telegraphy and telephony*, 1918, publié par la *Wireless Press Limited*, London). — Si l'on considère que la lumière, la chaleur et en général l'énergie radiante se propagent à travers des distances aussi vastes que celles qui ont été révélées par les calculs astronomiques, au moyen d'ondes électromagnétiques, aucune explication ne semble plus nécessaire pour justifier l'idée qu'avec le temps on peut s'attendre à des découvertes étonnantes et à des applications surprenantes de la radiotélégraphie. Il est sans doute prudent de faire toujours avec bon sens une distinction entre le probable, le possible et l'extrêmement improbable, mais cela ne justifie nullement, dans la prévision de l'avenir, un scepticisme systématique. La courte histoire de la télégraphie sans fil prouve déjà amplement combien un tel scepticisme, surtout de la part de ceux qui possèdent une intime connaissance des principes scientifiques, peut être un dangereux ennemi du progrès.

Parmi les plus intéressants objets appartenant à la « Marconi's Wireless Telegraph Company », il y a une collection de coupures de journaux datant de l'époque de l'arrivée de Marconi en Angleterre. Maintenant que la radiotélégraphie a atteint un développement considérable, la plupart de ces coupures ressemblent à des extraits de journaux amusants plutôt qu'à des articles sérieux destinés à former l'opinion publique. Rien ne pourrait démontrer plus clairement combien les faiblesses humaines sont puissantes lorsqu'elles servent à retarder l'évolution du progrès.

Marconi était à peine arrivé en Angleterre que toutes sortes d'obstacles furent dressés contre lui. Tels des éclaireurs devant l'armée ennemie, un groupe de savants, comprenant des hommes de grand talent, apparut : ils ouvrirent l'attaque en revendiquant la priorité pour leurs propres idées. D'autres groupes formés d'hommes

d'une autorité reconnue se contentaient de décrier le travail du nouveau venu en répétant en public, chaque fois que l'occasion s'en présentait, que Marconi n'avait réalisé aucun perfectionnement scientifique, ou bien « que le savant italien n'avait réellement fait qu'augmenter la portée de la transmission sans fil, les faits fondamentaux ayant été connus même des anciens ».

Nulle part en dehors du petit groupe qui soutenait Marconi pendant ses premiers essais sous le contrôle du Post Office, on ne trouve de trace d'appui des cercles scientifiques ou du public. Au contraire, dès le début de 1897, des campagnes déguisées furent menées par des Sociétés plus occupées à condamner « avec de faibles éloges » qu'à étudier combien les nouvelles découvertes pourraient être utiles.

Les inventions surprenantes du Dr Marconi embarrassèrent fort les critiques, et les quelques organes publics qui entrèrent dans le royaume de la controverse arrivèrent tôt ou tard à se contredire eux-mêmes. En 1897, par exemple, le Post Office fut violemment attaqué parce qu'il dépensait les deniers publics pour expérimenter des inventions d'un « jeune étranger » au détriment des découvertes nationales ; par contre, en 1900, quand la T. S. F. eut accompli certains progrès incontestables, le même gouvernement anglais fut critiqué pour avoir agi avec trop de circonspection.

Sans aucun doute, le silence discret de Marconi irritait et rendait perplexe les partis hostiles et servait de sujet aux critiques de la presse technique.

Sans se soucier de ces critiques, dans sa retraite tranquille de Pool Harbour et sur une embarcation naviguant au large du Hampshire et du Dorset, Marconi perçait petit à petit le voile entourant les phénomènes qui ont pour siège ce milieu mystérieux que l'on nomme « l'éther ».

De temps en temps, il paraissait un article, bien écrit, montrant que la portée de l'intercommunication sans fil augmentait graduellement : un jour une distance de 12 milles (19 km. 300) avait été franchie ; en mars 1899 la Manche avait été traversée entre Wimeux et le phare de South Foreland ; en juillet de la même année, trois navires de guerre parvenaient à transmettre des messages à des

distances allant jusqu'à 74 milles marins (137 km.). Le cercle magique s'étendait ainsi en diamètre.

Vers 1900 les critiques étaient plus ou moins résignés au fait que, sous une forme ou sous l'autre, la radiotélégraphie était appelée à jouer un rôle important dans l'intercommunication maritime.

En février 1901, un journal de Liverpool comparait la T. S. F. à un « robuste et vigoureux enfant » et, le même mois, après la transmission de messages entre la pointe Sainte-Catherine et le cap Lizard (321 km.860), un mouvement en faveur de la T. S. F. se dessina dans les journaux. Un reporter entreprenant et quelque peu audacieux demanda l'opinion du directeur d'une compagnie de câbles sur la possibilité de « communiquer sans fil » entre la Grande-Bretagne et l'Amérique : il lui fut répondu que le domaine électrique était infini, mais que « la plus grande difficulté pouvait être prévue dans l'amarrage de bateaux servant de stations-relais échelonnées dans la traversée de l'Atlantique ».

La communication transatlantique sans fil semble avoir captivé, pour la première fois, l'opinion publique en janvier 1901, à la suite d'un article paru dans un quotidien de Londres. Cet article relatait que la Compagnie Marconi avait acheté un terrain à Mullion dans le Cornouailles et « qu'elle s'entourait d'un tel mystère que l'ancien propriétaire lui-même n'était pas admis sur les lieux » ; il se créa instantanément des légendes fantastiques de câblogrammes à 0 fr. 05 par mot et des suppositions allant du sublime au ridicule. On envisagea la possibilité de communiquer sans fil avec les habitants de Mars ; un jeune mathématicien, basant ses calculs sur des données d'expériences sur la hauteur des antennes et les distances parcourues, trouva que, pour une telle communication, si toutefois elle était possible, il faudrait suspendre les antennes à des mâts de 3.400 milles (5.471.670 mètres) de haut.

Que la transmission transatlantique fût réellement l'objectif de Marconi dans la construction de la station de Poldhu, c'était un secret bien gardé et, bien que certains journalistes aient essayé d'interviewer l'inventeur, aucun ne semblait prendre cette perspective au sérieux. Un journal de Liverpool, encore plus sur le qui-vive que les autres, parvint, un jour de novembre, à inter-

viewer M. Marconi dans cette ville, et il annonçait le lendemain matin que « Marconi partait le jour même sur le steamer *Carthaginian* de la C^{ie} Allan. Il va installer des stations de télégraphie sans fil sur les côtes de Terre-Neuve... » ; suivaient quelques détails sur une chaîne de stations dont Marconi voulait doter Terre-Neuve et la côte canadienne. Inutile de dire qu'en ce qui concernait les intentions de Marconi cette chaîne était fausse.

Il n'est pas nécessaire de raconter en détail les événements mémorables des 12 et 13 décembre 1901, comment les signaux « S » envoyés de Poldhu entre 3 heures et 6 heures de l'après-midi (heure de Greenwich) furent reçus sans la moindre erreur à Saint-Johns. L'histoire a été répétée souvent depuis et l'impression produite dans le monde entier offre seule un intérêt ici. Peu de personnes étaient préparées à admettre la vraisemblance du fait accompli ; quelques-unes étaient assez raisonnables pour réserver un jugement jusqu'à ce que des détails ultérieurs soient parvenus ; d'autres recherchaient de tous côtés d'« autres explications » des sons que Marconi prétendait avoir entendus. Un éminent expert du service des câbles se déchargea de toute appréciation en disant : « De prime [abord, je ne le crois pas », et il insinuait ensuite que son scepticisme était basé sur « les tours joués par nos propres câbles ». Un autre expert « intéressé », ou devons-nous dire « désintéressé », tout en admettant qu'actuellement les signaux pouvaient avoir été transmis à travers 1 800 milles (2 896 km. 760) d'océan, assurait que le « système n'aurait jamais de valeur commerciale ».

Cette partie la moins connue de l'histoire des débuts de la T. S. F. est suffisante pour montrer les entraves apportées au nouveau système jusqu'à ce que certains événements extraordinaires eussent amené le public à penser que la T. S. F. pouvait être d'une réelle importance dans de nombreux champs d'activité.

Donc, si, dans ce qui suit, quelque effort est demandé à l'imagination et si quelques-unes des suggestions faites apparaissent à première vue irréalisables et même contraires aux connaissances scientifiques d'aujourd'hui, on devrait se rappeler l'histoire des premières luttes de Marconi. A ce sujet, nous voudrions faire sentir à notre pays la nécessité de mettre à l'essai, en tous temps, avec un esprit

sincère et une bonne volonté patiente, les revendications mises en avant par les jeunes chercheurs. Dans la lutte économique inévitable qui suivra la guerre, les peuples anglo-saxons ne doivent rien laisser à la chance.

L'avenir de la T. S. F.

La T. S. F. prendra certainement une grande extension lorsqu'on l'utilisera pour les besoins commerciaux. Le développement des moyens de communication est nécessaire au progrès de la civilisation et du commerce. Si la T. S. F. n'a pas encore remplacé le câble transocéanique coûteux, rien n'indique qu'il n'est pas possible de l'employer sur des routes déjà desservies par des câbles, ou sur des routes nouvelles afin d'éviter de mettre à l'eau un capital inutile dans des régions qui, bien qu'exigeant un développement rapide, ne possèdent pas encore des moyens de correspondance suffisants avec le monde extérieur. Il y a encore beaucoup de gens qui croient que la télégraphie par câbles et la T. S. F. ont des champs d'application différents; mais, d'autre part, de jeunes et hardis experts dont l'opinion fait loi, voient approcher le jour où les câbles détériorés seront supprimés en faveur du grand conducteur de la nature, l'éther.

Une compagnie française des câbles transocéaniques a décidé d'ériger une station de T. S. F. pour assurer des communications ininterrompues entre la France et les États-Unis. Ceux qui sont le mieux renseignés sur les récents progrès de la télégraphie sans fil commerciale sont certains que l'entreprise réussira bien au delà des espérances de la Compagnie. L'Allemagne, qui ne cache pas sa reconnaissance pour le service que lui a déjà rendu, en particulier pendant la guerre, sa station de T. S. F. à grande puissance de Nauen, estime que cette station sera son seul moyen de communiquer avec le monde extérieur pendant un certain temps après la guerre.

On dit dans les milieux bien informés que certaines compagnies de câbles possédant des lignes dans la plus grande partie du globe font actuellement des expériences pour supprimer le relais des messages par les stations intermédiaires. Il n'est donc

pas improbable que la télégraphie par câble malgré son avance de 60 ans sur « l'adolescente » télégraphie sans fil soit rejointe, sinon dépassée, par sa jeune rivale, avant que le monde ait arrêté définitivement les conditions de la paix. Dans le courant de 1917, un opérateur de T. S. F. put lire sans difficulté à Invercargill (Nouvelle-Zélande) des messages transmis par la Tour Eiffel de Paris et par Coltano (Italie). Les signaux de la Tour Eiffel étaient si puissants qu'ils purent être copiés facilement sur un appareil imprimeur. Nous savons tous qu'il y a une grande différence entre la technique de réception des messages en laboratoire et l'échange de signaux dans l'exploitation commerciale, mais l'ingénieur qui obtient le glorieux record des vingt dernières années est certain de l'avenir. Nous osons dire que, si une telle exploitation est entreprise, on construira, avant cinq ou dix ans, des stations capables de communiquer directement dans des conditions commerciales, à des distances égales à celle qui sépare Londres et Melbourne. Avec des stations de cette puissance et de cette portée, convenablement réparties dans le monde entier, tous les appels des vaisseaux pourront être entendus.

Pendant la guerre un service radiotélégraphique de presse a fonctionné chaque jour et même presque à chaque heure afin de procurer instantanément aux États-Unis les nouvelles de contrées éloignées, comme la Russie, la Roumanie et la Turquie; ceci peut suggérer à beaucoup la possibilité d'un développement ultérieur dans le même ordre d'idées : la dissémination par T. S. F., en temps de paix, des nouvelles internationales est un sujet qui doit attirer le plus tôt possible l'attention de tous les Gouvernements. Nous ne parlons pas tant du rayonnement des nouvelles domestiques et sociales, que des nouvelles politiques, d'une si grande importance dans la création d'une meilleure entente entre les nations.

Dans de nombreux milieux, on croit de plus en plus que l'abolition des négociations secrètes contribuerait beaucoup à empêcher la répétition des événements horribles dont la guerre nous rendit témoins. S'il en est ainsi, le premier facteur utile dans ce sens serait la circulation générale, et non restreinte, de toutes les nouvelles politiques ayant une portée internationale, ce qui n'a pas été fait jusqu'ici à cause des fortes dépenses qui en auraient résulté. Les

plus grandes agences d'informations elles-mêmes sont obligées de limiter leurs envois de nouvelles internationales à un nombre de correspondants limités afin de ne pas subir de pertes financières : ceci signifie que, d'une manière générale, les nouvelles transmises télégraphiquement d'un pays à un autre sont inversement proportionnelles en nombre et en détails à la distance qu'elles ont à parcourir. Maintenant, avec une ou plusieurs stations à grande puissance transmettant chaque jour à heures fixes les nouvelles les plus importantes, la moitié du monde les recevrait pour le prix de l'envoi d'un seul câblogramme, car il ne faut pas oublier que, contrairement à la télégraphie par câble, la radiotélégraphie rayonne pratiquement dans un cercle (à moins que des dispositions spéciales aient été prises) et que le même message destiné à l'Amérique peut être reçu en Asie, en Afrique et dans tous les pays intermédiaires d'Europe.

Les révolutionnaires russes ont estimé qu'une chaîne de stations radiotélégraphiques était nécessaire pour le développement pacifique de la Russie. L'Allemagne a tiré tout le profit possible de la T. S. F. dès le début de la guerre et l'on peut compter qu'elle fera, en temps de paix, le plus grand usage du milieu éthérique. Il serait inconcevable qu'on la laissât faire le premier pas dans ce domaine et exercer la première à son profit une propagande radiotélégraphique mondiale.

Téléphonie sans fil.

En étudiant la transmission des nouvelles publiques, nous ne devons pas oublier le téléphone sans fil.

Bien que la guerre ait peut-être arrêté son développement dans certains pays, la téléphonie sans fil sur des distances même transocéaniques est déjà un fait accompli. La qualité de la parole ainsi transmise approche de celle de la conversation : toutes les inflexions vocales sont fidèlement reproduites. Aucune raison sérieuse ne semble devoir empêcher qu'avant un grand nombre d'années, les hommes politiques parlant au Parlement, par exemple, ne soient entendus simultanément, au moyen de la téléphonie sans fil, dans

les bureaux de rédaction de tous les journaux du Royaume-Uni. Naturellement tous les discours devraient être prononcés en un endroit bien déterminé, et l'orateur, comme dans le cas de l'électrophone actuel, serait entouré d'une série de microphones directement reliés à un poste transmetteur central.

Chaque journal posséderait son antenne, son appareil récepteur et ses postes téléphoniques ; ces derniers seraient tenus par les reporters chargés de rédiger les articles. Les postes récepteurs pourraient être doublés, afin d'empêcher toute interruption pendant les relais.

Le domaine de la téléphonie sans fil n'est pas seulement limité au travail des journaux. On peut l'étendre à l'audition, dans les maisons particulières, des concerts et des importants récitals donnés dans les théâtres. Ces suggestions ne sont pas de simples chimères car, aux États-Unis, dans le courant de l'année dernière, on donna un bal aux sons de la musique d'un orchestre situé à plusieurs milles de distance.

La guerre actuelle a prouvé que l'aviation fera encore des progrès extraordinaires. Les exigences militaires ont suffisamment révélé la possibilité de construire des avions pouvant transporter des charges considérables à de très grandes distances. Dans la vie commerciale intensive, qui sera obligatoire si nous voulons retirer un profit du conflit actuel, nous aurons besoin d'un mode de transport à longue distance rapide que seul l'avion peut procurer. Pour beaucoup de personnes (les régisseurs de théâtre par exemple) une traversée transatlantique aérienne, sans arrêt, aussi coûteuse qu'elle pourrait l'être, serait encore avantageuse à cause de la valeur du temps gagné.

Une des nécessités essentielles du trafic aérien à grande distance est un système complet d'intercommunication sans fil permettant à l'avion de se tenir en contact avec la terre pendant toute la durée du voyage et de signaler son passage au-dessus des différents postes.

On peut imaginer combien la T. S. F. serait précieuse au pilote d'un avion allant de Londres à Vladivostok qui, à l'approche des Monts Ourals, serait prévenu qu'une violente tempête souffle de Sibérie vers l'Ouest. La T. S. F. serait aussi d'un grand secours à ce

même pilote si, en traversant les plaines inhospitalières de Sibérie, il était contraint d'atterrir quelque part hors de la route ordinaire; elle lui permettrait de signaler sa situation critique au terrain d'atterrissage le plus proche.

Un tel équipement de téléphonie sans fil et une disposition systématique de stations sur la terre ferme permettraient au pilote de maintenir sa course même au-dessus d'une mer de nuages situés très bas. Dans de telles conditions, la navigation aérienne serait relativement indépendante du temps.

Grâce à ce même système de stations radiotélégraphiques, une haute personnalité du monde commerciale voyageant à 200 ou 300 milles à l'heure au-dessus des Pyramides d'Égypte ou des couvents du Thibet pourrait, sans grandes difficultés, recevoir les dernières nouvelles de la Bourse et transmettre ses instructions à ses courtiers.

Même en traitant l'aviation comme un sport, un système d'avertissements par T. S. F. s'imposera d'une façon impérieuse si l'on ne veut pas que les conditions atmosphériques variables de ce pays entraînent un grand sacrifice de vies humaines. Il ne serait pas difficile de standardiser les moyens de communiquer ces renseignements aux aviateurs. Chaque aérodrome, — et on en construira des centaines dans tout le royaume —, devrait avoir son poste-signal de T. S. F. opérant conjointement avec un bureau météorologique local.

Cette même expansion forcée de l'activité aérienne stimulera certainement les recherches météorologiques. Pendant plusieurs années la T. S. F. a joué un rôle utile dans la recherche des renseignements météorologiques, la plus grande partie des indications les plus précieuses des cartes publiées par les bureaux météorologiques des différents pays ayant été reçue des navires en mer. Plus tard, quand l'organisation sera suffisamment développée, on verra tous les gros fermiers se mettre en contact avec le bureau météorologique en installant des appareils récepteurs spéciaux. Même aujourd'hui, on économiserait beaucoup de temps précieux par une dissémination plus vaste et simultanée des pronostics météorologiques. Ceci s'applique plus particulièrement à l'agriculture dans les colonies et à la plantation dans les climats semi-tropicaux.

Déjà, dans la marine, on fait usage de « signaux en cas de péril » envoyés par T. S. F.

Nous ne croyons pas qu'il y ait des raisons pouvant s'opposer à ce que beaucoup de phares, qui ne sont guère que des prisons pour leurs gardiens dévoués, ne soient commandés de la côte par des impulsions radiées au coucher et au lever du soleil et au moment où des tempêtes s'élèveraient dans le voisinage. Au lieu de nombreux groupes de gardiens, il ne faudrait plus qu'une seule équipe d'inspection qui ferait des visites périodiques dans tous les phares pour remplir les réservoirs à gaz et faire les réglages nécessaires.

Dans le cas où l'on jugerait convenable de maintenir des gardiens de phares dans les endroits les plus exposés, c'est une raison valable pour établir l'intercommunication sans fil avec la plus proche station côtière. Non seulement la vie de ces hommes en serait rendue plus tolérable, mais les avertissements échangés pourraient être plus précieux aux navigateurs.

Tandis qu'il est évident que les grandes étendues de territoire comme les continents africain, asiatique et sud-américain procurent un champ d'application presque illimité pour l'intercommunication sans fil, on ne sait probablement pas aussi bien qu'il est possible d'entreprendre, avec un merveilleux degré d'exactitude, l'arpentage de ces pays au moyen d'appareils sans fil. Par une très simple application de la « boussole radiotélégraphique », on peut diviser en triangles de vastes zones de territoires à une vitesse que n'importe quel autre procédé géodésique actuel ne permet pas d'atteindre.

Un des plus importants facteurs qui aideront à populariser la T.S. F. dans le défrichement, la colonisation et même les explorations polaires, c'est le merveilleux degré de portabilité des postes radiotélégraphiques auquel on est arrivé, grâce à l'emploi d'appareils récepteurs plus sensibles. On a construit des appareils de précision ayant un pouvoir transmetteur de 50 à 75 milles (80 à 100 km.) dont le poids total ne dépasse pas 10 livres (4 kg. 535); il existe aussi des appareils pratiques pouvant transmettre des messages à une distance de 10 à 20 milles (16 à 32 km.) pesant 5 livres (2 kg. 270.) Les appareils de T. S. F. de poche n'existent que dans l'imagination de ceux qui écrivent d'émouvantes histoires d'espionnage, mais le

jour est très proche où des appareils portatifs légers pourront être employés pour une variété d'usages utiles.

Dans la Californie méridionale, pendant la saison des pluies, de grands ravages sont souvent causés en quelques heures par les rivières : les ponts sont emportés, les routes inondées et, par suite, toutes les communications vitales sont interrompues. Afin de vérifier l'état des grandes routes et d'assurer les réparations immédiates, le service responsable a monté un poste portatif de T. S. F. d'une portée considérable sur un camion automobile, capable de transporter l'appareil et 15 hommes à une vitesse de 30 milles (48 km.) à l'heure. Lorsqu'un dégât important est découvert, des antennes légères sont posées et le fait est notifié à la direction qui envoie une équipe pour la réparation. Les « Chercheurs de dérangements » démontent ensuite leur appareil et continuent leur tournée.

La police de New-York possède des camions automobiles avec poste de T. S. F. qui lui permettent de se tenir en contact avec le poste central dans l'exécution de toutes les missions nécessitant une intercommunication constante. La police fluviale de New-York a aussi des postes de T. S. F. sur ses bateaux patrouilleurs ; ces installations ont merveilleusement contribué à déjouer les plans des agents de l'ennemi dans le vaste réseau de voies fluviales qui constituent le port de New-York. Nous sommes surpris que la police et les services d'incendie n'aient pas fait un plus grand usage de la T. S. F. sur la Tamise et dans les ports du Royaume.

Il y a quelques années, la T. S. F. permit de découvrir le meurtrier Crippen : l'identité du criminel fut pratiquement établie d'après les descriptions radiotélégraphiées au steamer par les agents du Scotland Yard. La transmission de photographies par T. S. F. n'est nullement en dehors du domaine de la possibilité, et dans un temps qui n'est pas très éloigné, il sera possible de recevoir, sans fil, au milieu de l'Atlantique, non seulement toutes les nouvelles du jour, mais aussi les photographies des principaux événements. Il n'est pas probable que la télévision sans fil devienne bientôt une réalité : il y a des difficultés qui exigent pour leur solution une connaissance plus complète de la nature de la lumière, de l'électricité et de l'éther. Un jour, peut-être, ces difficultés seront surmontées ;

mais comme une telle invention serait d'une popularité douteuse et aurait une application commerciale limitée, les savants des différents pays orientent vraisemblablement leurs recherches dans d'autres directions.

Vers la fin de l'automne, le public fut surpris par le communiqué de l'Amirauté annonçant une attaque des bateaux anglais par un bateau commandé électriquement. Le dispositif, on le reconnut plus tard, était l'application d'une invention soumise à l'Amirauté britannique plusieurs années auparavant, sauf que, dans l'idée primitive, le bateau était dirigé sans fil par un hydravion. La presse ne se trompait pas en n'accordant aucune confiance à l'invention qu'elle jugeait grossière et condamnait à l'échec car nous coulâmes le nouveau venu et il ne coula pas nos bateaux. Le contrôle sans fil des torpilles et autres dispositifs similaires est un problème fascinant qui a attiré l'attention d'un grand nombre de personnes imaginatives.

Pendant les dernières années, des essais de commande à distance sans fil de ce genre ont eu lieu sur des distances limitées, mais tout développement sérieux a toujours été empêché par la difficulté qu'on éprouve à commander, pour n'importe quel effet, un objet hors de vue. Le progrès rapide accompli par l'aviation et l'équipement des avions avec des appareils radio-télégraphiques introduisent un facteur tout à fait nouveau dans la commande à distance et ouvrent un vaste champ à la T. S. F. dans la technique militaire de l'avenir. On peut prédire de nouvelles horreurs telles que l'allumage sans fil par les aéroplanes de mines cachées sous terre avant une évacuation ou une retraite et la décharge sans fil de gaz empoisonnés contenus dans des réservoirs enterrés.

Quand on réfléchit sur le grand emploi fait par la nature de la communication « sans fil », on est tenté de se demander si, avec le développement de notre connaissance de l'éther, on ne découvrira pas des moyens pour transmettre de l'énergie sans emploi de conducteurs métalliques. Actuellement, une infinitésimale portion seulement de la puissance utilisée dans la transmission des signaux radiotélégraphiques est interceptée aux stations réceptrices éloignées et, avec nos connaissances actuelles, le transfert d'énergie sans

grandes pertes en cours de route n'apparaît pas encore comme une chose possible, mais... que pensaient nos plus grands physiciens, il y a moins d'un quart de siècle, sur l'avenir de la télégraphie sans fil ?

Détermination des caractéristiques d'un amplificateur

(*Bureau of Standards*, Washington, D. C). — Dans les tubes à vide à trois électrodes, tels que l'audion ou le plotron, on a affaire à deux circuits : le circuit d'entrée allant du filament à la grille et le circuit de sortie allant du filament à la plaque. Lorsque l'on utilise le tube comme un détecteur (ou redresseur), le courant qui parcourt le circuit de la grille est important à considérer, mais lorsque le tube sert de relais ou d'amplificateur, ce courant de grille est en général négligeable ; aussi n'en tiendrons-nous aucun compte dans ce qui suit.

Surface et courbes caractéristiques du courant de plaque. — Dans les tubes à vide élevé, la valeur du courant de plaque à un instant donné est fonction des valeurs à cet instant des voltages de la plaque et de la grille par rapport à un potentiel fixe pris pour zéro. Pour représenter géométriquement cette fonction, il faut tracer une surface dite « surface caractéristique du courant de plaque ». Langmuir a donné son équation sous la forme suivante :

$$i_p = A (v_p + k v_g)^{\frac{3}{2}} (1)$$

Dans cette équation, i_p désigne le courant qui parcourt le circuit filament-plaque (ou courant de plaque) ; v_p désigne le voltage de la plaque, v_g le voltage de la grille et k est une constante pour chaque type de lampe (constante qui caractérise un mode de construction particulier des tubes amplificateurs). k a une signification physique intéressante : c'est une mesure relative des effets produits sur le courant de plaque par des variations du voltage de la grille et du voltage de la plaque. Il est clair, d'après l'équation précédente, que

(1) I. LANGMUIR, *Proceedings of the Institute of Radio Engineers* 3, p. 261, 1915.

si v_g croît de 1 volt, l'effet sur le courant de plaque sera le même que si, v_g restant constant, on faisait croître v_p de $(k \times 1)$ volts.

D'ordinaire, pour se rendre compte expérimentalement du fonctionnement d'un tube à vide en amplificateur, on trace ce que l'on appelle les « courbes caractéristiques statiques du courant de plaque ». Ces courbes sont les intersections de la surface caractéristique avec les plans $V_p = \text{constante}$ ou $v_g = \text{constante}$. Les premières représentent les variations du courant de la plaque en fonction du voltage de la grille pour un voltage de plaque déterminé et constant ; les secondes représentent les variations du courant de la plaque en fonction du voltage de la plaque pour un voltage de grille déterminé et constant. On obtient ces courbes caractéristiques en faisant varier, par bonds réguliers, le voltage des batteries raccordées à la plaque ou à la grille du tube étudié et en lisant sur un ampèremètre placé dans le circuit de plaque les valeurs correspondantes du courant de plaque.

Les pentes des courbes ainsi obtenues mesurent des rapports entre un courant et un voltage : elles ont donc les dimensions d'une conductance (inverse d'une résistance).

Cette méthode statique est facile à appliquer mais elle est lente et peu précise.

Le plus souvent on se propose d'utiliser l'amplificateur dans le voisinage toujours immédiat d'un point particulier de la surface caractéristique, choisi comme point de fonctionnement du tube à vide. Dans ces conditions, la portion utile de la surface caractéristique peut être assimilée à une petite surface plane. Par suite, dans le voisinage du point de fonctionnement (i_p , v_p , v_g) l'équation de cette surface caractéristique peut être mise sous la forme simple donnée par Vallauri (1) :

$$i_p = a v_g + b v_p + c.$$

Dans cette équation, a désigne la pente de la courbe caractéristique « courant de plaque, voltage de grille » passant par le point de

(1) G. VALLAURI, *L'Elettrotecnica*, IV, 3, p. 43, 1917.

fonctionnement ; de même b désigne la pente en ce point de la courbe caractéristique « courant de plaque — voltage de plaque ». Vallauri a montré que les quantités a et b jouent un rôle fondamental au point de vue de l'utilisation du tube à vide comme amplificateur ou comme générateur d'ondes entretenues.

Pouvoir amplificateur et résistance intérieure du tube. — Au lieu de considérer les quantités a et b , il est plus commode de se servir des quantités $\frac{a}{b}$ et $\frac{1}{b}$ qui ont une signification physique importante au point de vue pratique.

La quantité $\frac{a}{b}$ est identique à la constante k de l'équation de Langmuir : c'est, nous l'avons dit, une quantité constante pour un tube déterminé. H. J. Van der Bijl, dans un mémoire qui n'a pas encore été publié, lui a donné le nom de constante d'amplification.

Elle mesure en quelque sorte le « pouvoir amplificateur des voltages » puisqu'une variation de 1 volt du voltage de grille produit sur le courant de plaque (ou courant amplifié) le même effet qu'une variation de k volts du voltage de plaque.

La quantité $\frac{1}{b}$ représente la résistance intérieure en courant alternatif de l'espace filament-plaque à l'intérieur du tube. Posons $R_i = \frac{1}{b}$. La valeur de R_i dépend des voltages v_p et v_g de la plaque et de la grille et, dans une certaine mesure, de la température du filament émetteur d'électrons.

On peut assimiler l'espace filament-plaque à un microphone (considéré comme une source de force électromotrice alternative), la batterie de plaque jouant le rôle de pile microphonique. Ce microphone est raccorde à une impédance Z (impédance du circuit extérieur d'utilisation que parcourt le courant amplifié) : cette impédance Z représente, suivant les cas, une paire de récepteurs téléphoniques (poste récepteur de T. S. F.), une résistance ohmique de couplage (amplificateur à résistance) ou le primaire d'un transformateur de couplage (amplificateur à transformateurs, relais téléphoniques, etc.).

. Supposons qu'on établisse entre la grille et le filament une force

électromotrice alternative e_g (provenant des signaux radiotélégraphiques reçus par l'antenne, ou du courant de conversation à amplifier reçu par un relais téléphonique). On peut alors énoncer le théorème suivant :

Au point de vue du courant alternatif parcourant le circuit de plaque, tout se passe comme si l'on avait affaire à un circuit métallique ordinaire constitué par un alternateur de force électromotrice $k e_g$ et de résistance intérieure R_i en série avec l'appareil d'utilisation d'impédance Z .

Pour démontrer ce théorème, posons :

I_p = partie continue du courant de plaque.

i = composante alternative du courant de plaque.

E_g = voltage constant aux bornes de la batterie de grille.

e_g = force électromotrice alternative établie entre la grille et le filament.

E_p = voltage constant aux bornes de la batterie de plaque.

$Z = x + j y$ = impédance de l'appareil d'utilisation du circuit de plaque (en notation imaginaire, avec $j = \sqrt{-1}$).

x' = résistance en courant continu de cet appareil d'utilisation : x' est une partie de x .

Dans ces conditions, on a :

$$i_p = I_g + i$$

$$v_g = E_g + e_g$$

$$V_p = E_p - I_p x' - i (x + j y)$$

Portons ces valeurs dans l'équation de Vallauri :

$$i_p = a v_g + b v_p + c.$$

Il vient :

$$I_p + i = a (E_g + e_g) + b [E_p - I_p x' - i (x + j y)] + c$$

Mais en ne considérant que la partie continue du courant de plaque, on doit avoir :

$$I_p = a E_g + b (E_p - I_p x') + c$$

Par suite
$$i = a e_g - b i (x + j y)$$

ou
$$\frac{a}{b} e_g = i \frac{1}{b} + i (x + j y)$$

c'est-à-dire
$$k e_g = i R_i + i (x + j y).$$

C'est la loi d'Ohm, en notation imaginaire, appliquée à un circuit de résistance $R_i + (x + jy)$ dans lequel est établie une force électromotrice alternative ke_g .

c. q. f. d.

Par conséquent, la connaissance, pour un amplificateur déterminé, des caractéristiques k et R_i permet d'assimiler cet amplificateur à un microphone (ou alternateur) ordinaire, et par suite de résoudre d'une façon extrêmement simple tous les problèmes particuliers que présente l'utilisation pratique des tubes à vide (en particulier les problèmes de relais téléphoniques).

Méthode expérimentale de détermination de la constante d'amplification et de la résistance intérieure en courant alternatif d'un tube à vide à trois électrodes.

Au lieu de déduire indirectement des courbes caractéristiques statiques la constante d'amplification et la résistance intérieure d'un tube à vide, on peut déterminer directement et rapidement ces quantités d'une façon très simple en utilisant un courant alternatif d'une fréquence audible.

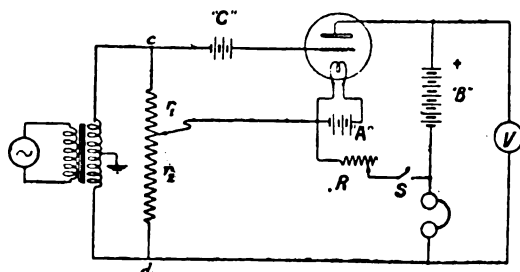


Fig. 1.

Le montage est celui de la figure 1 dans laquelle cd est un rhéostat à contact glissant parcouru par un faible courant de fréquence audible provenant d'un alternateur ou de tout autre générateur d'oscillations à travers un transformateur-abaisseur ou un couplage magnétique quelconque. R est une résistance variable de 10.000 ohms environ qui peut être mise en circuit ou hors circuit au moyen de l'interrupteur S :

1° Pour mesurer la constante d'amplification k , on laisse l'in-

interrupteur Souvert et l'on déplace le contact glissant du rhéostat cd jusqu'à ce qu'on obtienne le silence au téléphone. Nous verrons plus loin que dans ces conditions on a :

$$k = \frac{r_2}{r_1}$$

2° Pour mesurer la résistance intérieure R_i , on ferme l'interrupteur S , on place le contact glissant en un point fixe du rhéostat (par exemple au milieu de ce rhéostat) et l'on règle la résistance variable R jusqu'à ce qu'on obtienne le silence dans le téléphone.

Dans ces conditions

$$R_i = (k - 1) R$$

Au lieu de placer le contact glissant au milieu du rhéostat cd , on peut prendre pour le rapport $\frac{r_2}{r_1}$ une valeur quelconque (mais toujours inférieure à k) ; lorsque l'on a obtenu le silence en agissant sur la résistance variable R , on a alors :

$$R_i = \left[\frac{r_2}{r_1} k - 1 \right] R.$$

En effet, dans la mesure de la constante d'amplification k , une force électromotrice alternative e_g , proportionnelle à r_1 , est établie entre le filament et la grille. Tout se passe dès lors comme si une force électromotrice alternative ke_g était appliquée au circuit de plaque. D'autre part une force électromotrice alternative, provenant de r_2 , égale à $\frac{r_2}{r_1} e_g$ et de phase opposée à la précédente est appliquée directement au circuit de plaque. Quand le silence est obtenu dans le téléphone, c'est que ces deux forces électromotrices alternatives se font équilibre, c'est-à-dire que l'on a :

$$ke_g = \frac{r_2}{r_1} e_g \text{ ou } k = \frac{r_2}{r_1} \quad \text{c. q. f. d.}$$

Dans la mesure de la résistance intérieure, une force électromotrice e_g , proportionnelle à r_1 , est établie comme précédemment entre le filament et la grille. Il en résulte une force électromotrice ke_g dans le circuit de plaque et un courant dans ce circuit égal à $\frac{ke_g}{R_i + R}$

si l'on admet qu'il ne passe aucun courant dans le téléphone supposé parfaitement silencieux. Ce courant produit entre les extrémités de la résistance R une différence de potentiel $\frac{k e_g \times R}{R_i + R}$, qui, lorsque le silence est obtenu au téléphone, est équilibrée par la force électromotrice $\frac{r_2}{r_1} e_g$, provenant de r_2 , de sorte que l'on a :

$$\frac{r_2}{r_1} e_g = \frac{k e_g R}{R_i + R}$$

$$\text{d'où } R_i = \left[\frac{r_1}{r_2} k - 1 \right] R$$

et lorsque $r_1 = r_2$ (c'est-à-dire lorsque le contact glissant est placé au milieu du rhéostat cd)

$$R_i = (k - 1) R.$$

c. q. f. d.

La constante d'amplification k est à peu près constante pour un tube donné, mais la résistance intérieure R_i varie avec les voltages de plaque et de grille et, dans une certaine mesure, avec la température du filament. On peut tracer les courbes donnant R_i en fonction de ces variables : ces courbes résument toutes les données intéressantes à connaître dans la pratique.

Dans l'application récemment faite de cette méthode, le rhéostat cd à contact glissant représenté sur la figure 1 avait une résistance de 7 ohms et se composait de dix tours de fil résistant enroulés sur un cylindre de marbre, chaque tour correspondant à cent divisions de l'échelle du rhéostat. Il serait préférable d'employer un fil rectiligne ayant une inductance plus faible ; d'autre part, ce fil pourrait être gradué de façon à permettre la lecture directe de la constante d'amplification. Le courant parcourant le rhéostat cd doit être suffisamment faible pour que les voltages alternatifs, appliqués aux électrodes du tube ne fassent parcourir au point de fonctionnement qu'une petite portion de la caractéristique (assimilable à une ligne droite). Dans les mesures décrites ici, l'intensité du courant à travers le rhéostat cd ne dépassait pas 50 milliampères. Ce courant provenait, soit d'un alternateur, soit d'un générateur à tubes à trois

électrodes pouvant donner des fréquences variant jusqu'à 2.000 périodes par seconde ; pour tous les tubes mesurés, on trouva que la fréquence était sans effet sur la valeur des caractéristiques k et R_i . Dans bien des cas un vibreur donnant du courant interrompu suffirait comme générateur d'oscillations.

La résistance réglable R consistait en bobines de résistances non inductives permettant de réaliser une résistance totale de 10.000 ohms. L'équilibre sonore ne peut être réalisé avec une telle boîte de résistances qu'en employant un rapport $\frac{R}{R_i}$ supérieur à l'unité, dans le cas où la résistance intérieure du tube à vide à mesurer est très élevée.

En mesurant les valeurs de la résistance intérieure R_i pour différents voltages de plaque, on doit se rappeler que le voltage appliqué réellement à la plaque est un peu inférieur au voltage aux bornes de la batterie de plaque, attendu que le courant continu qui s'écoule dans le circuit de plaque doit parcourir, en parallèle, les récepteurs téléphoniques et la résistance réglable R . C'est pourquoi le voltmètre donnant le voltage de plaque a été branché sur la figure 1 entre le pôle positif de la batterie de plaque et l'extrémité de l'enroulement du deuxième récepteur téléphonique. Il est désirable d'employer un voltmètre de résistance élevée et des récepteurs téléphoniques de résistance assez faible, parce que, dans ces conditions, le voltage appliqué à la plaque est à peu près le même que l'on mesure la constante d'amplification k , l'interrupteur S étant ouvert, ou que l'on mesure la résistance intérieure R_i , l'interrupteur S étant fermé.

Les figures 2 et 3 représentent des courbes de résistance intérieure et de constante d'amplification en fonction du voltage de plaque pour deux tubes différents (tube n° 1 et tube n° 2).

Le tube n° 1 a une constante d'amplification de 14,5 tandis que celle du tube n° 2 n'est que de 7,5. La résistance intérieure du premier est d'autre part bien plus grande que celle du deuxième, même lorsque les voltages appliqués aux plaques de ces deux tubes sont respectivement 100 volts et 20 volts.

Ceci met en lumière combien il est nécessaire d'adapter convena-

blement les uns aux autres, d'une part, les tubes à vide choisis comme amplificateurs et, d'autre part, les appareils qui doivent

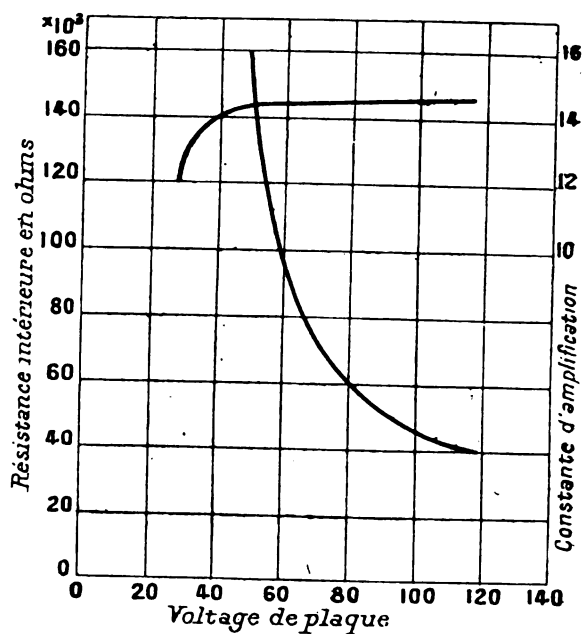


Fig. 2.

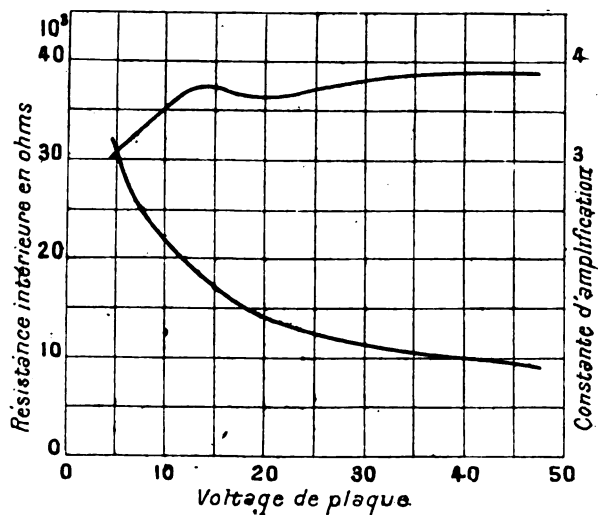


Fig. 3.

être raccordés à ces tubes, de même qu'il convient d'adapter les appareils téléphoniques (récepteurs et microphones) aux lignes auxquelles ces appareils doivent être reliés.

Génération d'oscillations électriques entretenues par un tube à vide à trois électrodes (*The Electrician*, décembre 1918). — **SOMMAIRE.** — *La lampe à trois électrodes, lorsqu'elle fonctionne en générateur d'oscillations électriques, peut être assimilée à une résistance négative. Son fonctionnement est alors analogue à celui d'autres générateurs d'ondes entretenues, tels que l'arc de Poulsen ou le dynatron.*

Soient, dans un tube à vide à trois électrodes, V le voltage de plaque — I , le courant de plaque — v le voltage de grille — i le courant de grille et θ la température du filament.

Cette température θ restant constante, le courant de grille et le courant de plaque sont fonction des voltages de grille et de plaque. Par exemple :

$$I = \varphi_1(V, v)$$

$$i = \varphi_2(V, v)$$

$$\text{Posons} \quad \left(\frac{\partial \varphi_1}{\partial v}\right)_V = k_1, \quad \left(\frac{\partial \varphi_1}{\partial V}\right)_v = k_2,$$

$$\left(\frac{\partial \varphi_2}{\partial v}\right)_V = k_3, \quad \left(\frac{\partial \varphi_2}{\partial V}\right)_v = k_4.$$

k_1, k_2, k_3, k_4 ont les dimensions d'une conductance (inverse d'une résistance) et peuvent être facilement déduits des courbes caractéristiques statiques du tube à vide.

Le montage habituellement utilisé pour la génération d'ondes radiotélégraphiques entretenues est celui de la figure 1 dans laquelle le circuit oscillant se compose d'un condensateur de capacité C en parallèle avec une bobine ayant une inductance L et une résistance R . Cette bobine est accouplée électromagnétiquement avec l'inductance l placée dans le circuit de grille : soit M le coefficient d'induction mutuelle entre ces deux bobines.

Vallauri (1) et Bethenod (2) ont étudié mathématiquement les conditions auxquelles un tel montage doit satisfaire dans le cas de la génération d'ondes entretenues.

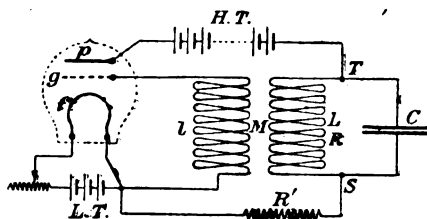


Fig. 1.

Vallauri, en négligeant le courant de grille, trouve que l'on doit avoir :

$$M = - \frac{k L + (1 + k_2 R') C R}{k_1}$$

Bethenod, en négligeant la résistance R' mais en tenant compte du courant de grille, trouve :

$$- \frac{k_2 M^2}{L} = k_2 L + (k_1 + k_2) M + R C.$$

Si l'on néglige à la fois la résistance R' et le courant de grille, ces deux relations se réduisent à la suivante :

$$R C + k_2 L + k_1 M = 0$$

Il en résulte que M doit être négatif et doit avoir pour valeur absolue $\frac{k_2 L + R C}{k_1}$.

On peut arriver au même résultat par un autre procédé qui a l'avantage de fournir une explication physique du phénomène et en même temps de montrer l'analogie existant entre le tube à trois électrodes, l'arc de Poulsen et le dynatron.

La propriété que possède l'arc de Poulsen de se prêter à la génération d'ondes électriques entretenues est due à l'existence d'une

(1) VALLAURI, *Elettrotecnica*, nos 3 et 4, 1919. Résumés dans *The Electrician*, 21 décembre 1917.

(2) BETHENOD, *La Lumière électrique*, 14 octobre 1917.

résistance négative dans l'arc : en d'autres termes, si I désigne le courant dans l'arc et V le voltage aux bornes, la quantité $\frac{dI}{dV}$ est négative.

De même Hull (1), dans ses travaux sur le dynatron, a montré que des oscillations électriques peuvent être entretenues dans le circuit oscillant LC de la figure 2, à condition que entre les points A et B , il existe un conducteur (dynatron), de résistance négative, égale à $\frac{L}{CR}$, R désignant la résistance ohmique de la bobine L .

Revenons au schéma de la figure 1 et supposons que la résistance R' et le courant de grille soient tous deux négligeables. En ignorant pour le moment l'existence de la bobine d'inductance l du circuit de grille, nous voyons qu'une oscillation dans le circuit LC doit produire une différence de potentiel V entre les points T et S , telle que l'on ait :

$$V = V_0 \cos \frac{t}{\sqrt{LC}} \quad (\text{figure 1})$$

Pour simplifier, nous supposons désormais que V et I désignent non pas les valeurs absolues du potentiel de la plaque et du courant dans le circuit de plaque, mais simplement leurs parties variables.

La variation du potentiel de plaque V produit une variation du courant de plaque de valeur $I = k_2 V_0 \cos \frac{t}{\sqrt{LC}}$. Par conséquent, en négligeant la bobine d'inductance l , nous trouvons pour $\frac{dI}{dV}$ c'est-à-dire pour la résistance de l'espace filament-plaque, une valeur positive.

Désignons par x le courant oscillatoire qui parcourt la bobine d'inductance L , on doit avoir :

$$x = \frac{C V_0}{\sqrt{CL}} \sin \frac{t}{\sqrt{LC}}$$

(1) HULL, Résumé dans les *Annales des P. T. T.*, n° 2, 1918: Le Dynatron et le Pliodynatron.

Ce courant produit par induction dans la bobine d'inductance l du circuit de grille une force électromotrice de valeur $-M \frac{d x}{d t} = \frac{V_0 M}{L} \cos \frac{t}{\sqrt{LC}}$. Cette force électromotrice fait varier le potentiel de la grille et produit par conséquent dans le circuit de la plaque une variation de courant égale à $\frac{k_1 V_0 M}{L} \cos \frac{t}{\sqrt{LC}}$.

Finalement nous devons composer les deux variations suivantes du courant de plaque :

a) Celle qui est due à la variation du voltage de plaque, V . Celle-ci est toujours en phase avec V et elle est égale à $k_1 V_0 \cos \frac{t}{\sqrt{LC}}$.

b) Celle qui est due à la variation du voltage de grille, v . Elle est égale à $\frac{k_1 V_0 M}{L} \cos \frac{t}{\sqrt{LC}}$.

Elle est en phase avec V si M est positif : elle est en opposition avec V si M est négatif.

Il est évident que si la variation (b) est en opposition avec (a)

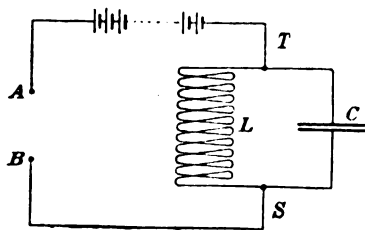


Fig. 2.

(c'est-à-dire si M est négatif) et si, d'autre part, la valeur absolue de (b) est supérieure à celle de (a) nous aurons pour les parties variables V et I du voltage et du courant de plaque un diagramme analogue à celui de la figure 3. Dès lors $\frac{dV}{dt}$ est négatif ou, en d'autres termes, l'espace compris entre le filament et la plaque se comporte comme une résistance négative.

Dans ces conditions, en supposant (figure 2) que les points A et B sont raccordés à la plaque et au filament, c'est-à-dire aux extrémités de cette résistance négative, on peut appliquer au tube à trois électrodes les résultats démontrés d'une façon générale pour toutes les résistances négatives : arc, dynatron, etc.

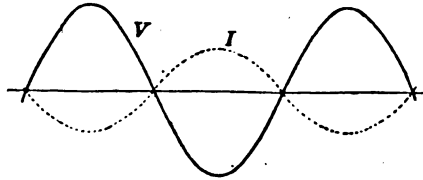


Fig. 3.

En particulier, pour qu'il soit possible d'engendrer des oscillations électriques entretenues, on doit avoir :

$$\frac{dV}{dI} = - \frac{L}{CR}$$

Or $V = V_0 \cos \frac{t}{\sqrt{LC}}$

$$I = k_2 V_0 \cos \frac{t}{\sqrt{LC}} + \frac{k_1 M V_0}{L} \cos \frac{t}{\sqrt{LC}}$$

D'où la condition :

$$\frac{dV}{dI} = \frac{1}{k_2 + \frac{k_1 M}{L}} = - \frac{L}{CR}$$

c'est-à-dire

$$M = - \frac{k_2 L + CR}{k_1}$$

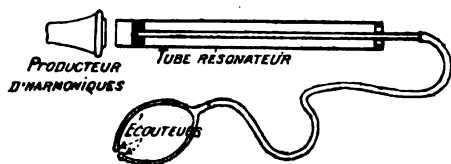
c. q. f. d.

Détermination des harmoniques dans un circuit d'énergie produisant de l'induction sur un circuit téléphonique (*Electrical World*, mars 1919). — Le dispositif utilisé se compose essentiellement d'un tuyau d'orgue de longueur vibrante variable qui peut être mis en résonance avec un des harmoniques du diaphragme vibrant d'un récepteur téléphonique. Selon la dis-

tance entre deux points nodaux consécutifs on peut évaluer le nombre de vibrations du son, ce qui donne la fréquence de l'harmonique correspondant.

On emploie une bobine d'essai de 500 tours de fil, elle est enroulée sur la rainure d'une jante en bois de roue de bicyclette. La bobine est paraffinée, recouverte de ruban, vernie et munie de bornes pour recevoir les extrémités d'un cordon de récepteur téléphonique bipolaire. Cette bobine est soumise à l'induction de la source d'énergie et un récepteur téléphonique bipolaire en série avec la bobine est monté devant, mais pas tout contre l'extrémité ouverte du tube résonateur décrit ci-dessous.

Le résonateur réglable est formé d'un tube en cuivre de 1 pouce (2 cm. 5) de diamètre extérieur, $1/32$ de pouce (0 mm. 8 d'épaisseur)



25 pouces (65 cm. de long), avec piston de $1/4$ de pouce (5 mm.) de diamètre extérieur et un petit tube de cuivre de 26 pouces (66 cm.) de long, glissant à travers une ouverture dans le fond du plus grand tube. La tête de piston de $1/4$ de pouce est vissée sur l'extrémité du petit tube de cuivre, l'ouverture du petit tube étant continuée à travers la tête du piston par un petit trou (n° 54 *Morse drill*). La tête du piston peut glisser librement dans l'ouverture du grand tube. Le petit tube est relié à un tube de caoutchouc flexible de 2 pieds (60 cm.) se terminant dans des olives semblables à ceux que l'on employait anciennement pour les phonographes. L'opérateur enfonce ces olives dans l'oreille externe.

Les sons dus à des courants étrangers sont parfaitement perçus. Si on tire alors doucement le piston dans le tube, en faisant varier la grandeur de la chambre résonante, on remarquera un point où un ton considéré est beaucoup plus élevé que dans n'importe quel autre point. Si on tire encore le piston on trouvera un autre point résonant pour chaque ton, éloigné du premier point maximum d'envi-

ron deux fois la distance comprise entre ce premier point et l'extrémité ouverte du tube. La distance entre le premier point maximum et le deuxième sera une demi-longueur d'onde de l'harmonique. En doublant cette longueur et en divisant par elle la distance parcourue par le son en une seconde, c'est-à-dire 13.440 pouces (20,160 cm.) on obtiendra la fréquence de l'harmonique.

S'il y avait deux harmoniques importants et d'ordres voisins l'un de l'autre, soit le 11^e et le 13^e sur une ligne à 60 périodes, le résonateur donnerait probablement le douzième harmonique. Si l'on consulte, en effet, le tableau suivant :

Numéro de l'harmonique	Demi-longueur d'onde
onzième.....	10 pouces 18 (255 mm.)
douzième.....	9 » 33 (235 mm.)
treizième.....	8 » 61 (215 mm.),

on comprend que l'oreille choisira probablement comme centre du maximum le point où les deux harmoniques se recouvrent et l'on obtient ainsi la longueur d'onde moyenne correspondant au douzième harmonique.

Un résonateur ayant les dimensions indiquées ne donnerait pas la demi-onde d'un harmonique plus bas que le septième sur un système à 60 périodes, c'est-à-dire 420 périodes par seconde. Pour mesurer des fréquences aussi basses que le troisième harmonique sur 60 périodes, il faudrait un tube de 56 pouces (142 cm.) de long

INFORMATIONS ET VARIÉTÉS

Opérations de la Caisse Nationale d'Épargne en 1917.

— Les dispositions de la loi du 20 juillet 1916 qui ont porté de 1.500 à 3.000 francs le maximum des livrets et supprimé la limitation des dépôts annuels et, en outre, l'élévation de 2.50 à 3 % de l'intérêt servi aux déposants à partir du 1^{er} janvier 1917, ont naturellement exercé une influence favorable sur les versements. En 1917, il en a été effectué 1.615.736 formant une somme de 213.614.427 francs contre 1.175.860 s'élevant à 110.047.699 francs en 1916 ; il est à remarquer que le montant des versements est presque double de celui de l'année précédente.

D'autre part, l'abrogation, prononcée par le décret du 22 septembre 1916, de la clause de sauvegarde qui, depuis le début de la guerre, limitait les remboursements à 50 francs par déposant et par quinzaine, a eu pour conséquence de réduire d'une manière considérable le nombre des remboursements ; de 3,040,803 en 1916, il est tombé à 1.100.744. Le montant des sommes remboursées en 1917 accuse également une notable diminution ; il n'a été que de 229.693.880 francs au lieu de 376.534.883 francs en 1916.

Dans les remboursements effectués en 1917 se trouvent compris les 40.498 prélèvements s'élevant à 18.530.040 francs que les déposants ont opérés sur leurs livrets pour souscrire dans les bureaux de poste au troisième emprunt de la Défense Nationale.

Si l'on fait abstraction de ces prélèvements, on constate qu'en 1917 les dépôts ont excédé les retraits d'une somme de 2.450.588 francs.

Il a été ouvert, au cours de l'année, 211.783 livrets nouveaux contre 164.159 en 1916, et il en a été soldé 193.639. Le nombre des livrets en circulation s'est donc accru de 18.144 ; il était de 6.600.496 au 31 décembre 1917.

L'avoir général des déposants à la même date s'élevait à 1.455.265.658 francs, en augmentation de 26.276.072 francs par rapport à celui de l'année précédente.

En résumé, les résultats obtenus par la Caisse Nationale d'Épargne pendant l'année 1917 sont très satisfaisants et semblent marquer le début d'une nouvelle ère de prospérité pour cette institution ; ils attestent, en tout cas, la foi constante de l'épargne populaire dans l'avenir de la France.

Service des chèques postaux. — Jusqu'au 31 décembre 1918, le chiffre total des transactions dans le service des chèques postaux s'est élevé à 1.736.807.594 francs pour 662.692 opérations de crédit et de débit.

Au 31 décembre, on comptait 9012 titulaires de compte possédant un avoir de 187.644.095 francs, ce qui représente en moyenne une somme de 20.821 francs par compte.

Galvanisation électrolytique. par le cadmium. — Ce procédé de galvanisation, nous apprend l'*Electro-Journal*, vient d'être attribué à MM. Gruss, Ghibaud, Rolland et Remualdo (brevet n° 488,513). Il permet de déposer sur des pièces en acier, en fer ou en fonte, une fine couche de cadmium chimiquement pur qui adhère fortement au métal, fait corps avec lui et le préserve de toute oxydation.

Le bain galvanique se prépare en dissolvant, pour un litre de bain, 40 grammes de chlorure de cadmium en poudre dans 400 grammes d'eau chaude bouillie et, d'autre part, 40 grammes de carbonate de sodium dans 500 grammes d'eau chaude bouillie. La solution de chlorure de cadmium est versée dans celle de carbonate de sodium ; il se produit un précipité et le liquide présente un aspect laiteux. On le remue avec une baguette en verre ou en bois et on le laisse ensuite déposer. Lorsque le liquide s'est éclairci, on le soutire et on le verse dans un filtre en toile. Le liquide est reçu dans la cuve de galvanisation.

Propriétés électriques du silicium. — Le silicium présente le pouvoir thermo-électrique le plus élevé connu. Fait plus curieux,

Ann. des P., T. et T., 1919-II (8^e année).

21

suivant le mode de préparation, le silicium est ou fortement électro-positif par rapport au cuivre, ou électro-négatif et, en combinant les variétés positive et négative ainsi obtenues, on constitue un couple thermo-électrique présentant la différence de potentiel énorme de 1.000 microvolts par degré centigrade. Les petites quantités d'impuretés, telles que le fer, qui se trouvent toujours dans le silicium, diminuent le pouvoir thermo-électrique sans cependant changer son signe.

En faisant cristalliser le silicium dans l'aluminium pour le purifier, on obtient un produit fortement positif; en le faisant cristalliser dans l'argent ou l'étain dans lesquels le silicium est moins soluble, on arrive finalement à un produit électro-négatif.

En expérimentant avec le germanium, on trouve que ce corps présente le plus haut pouvoir thermo-électrique après le silicium.

Les deux corps se ressemblent d'ailleurs par d'autres points, en particulier leur remarquable pouvoir rectifiant pour les oscillations hertziennes.

Le Baudot en Angleterre. — Au cours d'une récente réunion des Ingénieurs du Post Office anglais, une intéressante communication sur le « Système télégraphique Baudot » a été faite par Mr. H. Kitchen. L'auteur décrit les premiers développements et les perfectionnements réalisés par Baudot, les luttes de cet illustre français et les difficultés qu'il rencontra pour se procurer les fonds nécessaires aux recherches furent également retracées.

Par une série d'intéressantes projections, Mr. Kitchen expliqua le fonctionnement de ce système qui diffère essentiellement de tout ce qui avait été installé antérieurement à Newcastle on Tyne. L'entraînement à roue phonique qui a donné de si bons résultats à Newcastle, fut décrit et l'orateur fit remarquer que le quadruple duplex a fonctionné sans interruption depuis son installation en août 1917.

Au cours de la discussion qui suivit, Mr. Elliott donna quelques statistiques intéressantes et compara les prix d'exploitation des différents systèmes télégraphiques en usage en Angleterre. Mr. J.

Webster, du service télégraphique, attirera l'attention sur l'emploi du relais « G » qui permettrait d'exploiter le circuit TS-NT sur un circuit souterrain, sans translation.

Le grand nombre d'auditeurs présents à cette réunion montra que les membres savent tous qu'il est nécessaire à un ingénieur moderne de connaître le système Baudot.

BIBLIOGRAPHIE

Unités électriques, par M. G. SZARVADY (H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, 47 et 49, quai des Grands-Augustins, Paris, IV^e, 1 vol. in-8° de 94 pages). Prix (majoration comprise) : 7 fr. 80.

Dans cet intéressant ouvrage sont étudiées la théorie des unités et, en particulier, le système C.G.S. Une notice historique est consacrée au système métrique et au système C.G.S. (unités électriques et magnétiques).

Dictionnaire des termes techniques de télégraphie-téléphonie français-anglais et anglais-français, par M. L. TISSOT-DUPONT (H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, 47 et 49, quai des Grands-Augustins, Paris, VI^e, 1 vol. in-16 de 118 pages). Prix (majoration comprise), cartonné : 6 francs.

Ce dictionnaire contient tous les termes techniques usités en télégraphie et en téléphonie, ainsi qu'en T. S. F.

Schémas et règles pratiques de bobinage des machines électriques, par MM. TORICES et CURECHOD (H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, 47 et 49, quai des Grands-Augustins, Paris VI^e, 1 vol. in-8° de 128 pages, comprenant 38 planches de schémas). Prix (majoration comprise) : 5 fr. 40.

Cet ouvrage s'adresse non seulement aux chefs et ouvriers d'ateliers de bobinage, mais encore à tous les électriciens chargés de manœuvrer et de réparer des machines électriques.

BREVETS D'INVENTION

- 20.551 Perfectionnements apportés aux systèmes de lignes télé-
2^e addition phoniques chargées pour circuits fantômes — Société
au brevet LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE (Société anonyme) — France.
N° 484.620
- 20.552 Perfectionnements apportés aux systèmes de lignes télé-
3^e addition phoniques chargées pour circuits fantômes — Société :
au brevet LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE (Société anonyme) — France.
N° 484.620
- 20.589 Procédé de signalement lumineux pour fabriques ou ate-
1^{re} addition liers — M. André CITROEN — France.
au brevet N° 478.861
- 483.771 Séparateur de courants électriques — M. Arturo PEREGO.
Dispositif permettant de ne recevoir, dans un appareil donné, que
des courants ayant des caractéristiques déterminées et que tous
les autres en soient éliminés; il peut être employé dans la télépho-
nie et la télégraphie simultanées, sur les lignes téléphoniques
exposées à des troubles d'induction. Il peut résoudre aussi le pro-
blème de téléphoner au moyen des conducteurs d'énergie; il peut
encore garantir que les courants d'une fréquence déterminée ne
peuvent être cause de tensions dangereuses dans les appareils
connectés.
- 487.336 Système de téléphonie automatique — Compagnie française
pour l'exploitation des procédés THOMSON-HOUSTON —
France.
- 487.409 Phare pour la transmission de signaux optiques au moyen
d'éclairs alternant avec des intervalles obscurs, selon le
système Morse, avec générateur de gaz acétylène — M.
Emilio CERETTI — Italie.
- 487.423 Perfectionnements aux équipements des postes télépho-
niques — Compagnie française pour l'exploitation des
procédés THOMSON-HOUSTON — France.

- 487.454 Duplex téléphonique — M. Pascual SALMERON GOMEZ — Espagne.
- 487.624 Structure de conducteurs de chaleur en forme d'arc indépendants pour thermo-téléphones — NAAMLooZE VEN-
NOOTSCHAP DE NEDERLANDSCHE THERMO-TELEPHOON MAATS-
CHAPPIJ — Pays-Bas.
- 487.699 Perfectionnements au mécanisme de guidage et de support pour connexions de commande de signaux — M. John Arthur KEENEY — États-Unis d'Amérique.
- 487.707 Perfectionnements aux dispositifs d'appel pour systèmes téléphoniques automatiques — Compagnie française pour l'exploitation des procédés THOMSON-HOUSTON — France.
- 487.961 Perfectionnements aux systèmes téléphoniques à service taxé — Compagnie française pour l'exploitation des procédés THOMSON-HOUSTON — France.
- 487.962 Perfectionnements aux systèmes téléphoniques automatiques — Compagnie française pour l'exploitation des procédés THOMSON-HOUSTON — France.
- 488.109 Appareil téléphonique pour véhicules — SOCIÉTÉ GÉNÉRALE ACOUTIC COMPANY — États-Unis d'Amérique.
- 489.172 Principe de transmission de signaux et dispositifs à émissions de travail bridés, ayant principalement pour objet l'exploitation des lignes télégraphiques souterraines et sous-marines — M. Pierre-Louis CLAVIÉ — France.

Le principe de transmission des signaux à émissions bridées est une réduction de celui qui fait l'objet du brevet N° 487.613 (émissions de travail bridées alternées). La suppression de l'alternat ne modifie ni la nature des émissions (lesquelles peuvent être utilisées au gré de l'opérateur, soit avec prédominance positive, soit avec prédominance négative), ni leur double but :

- 1° Créer sur la ligne une différence de potentiel éminemment favorable à la propagation du courant principal de l'émission ;
- 2° Prévenir l'excès de charge du conducteur en utilisant la cause même de cet excès de charge, c'est-à-dire les phénomènes de condensation.

Ces résultats sont obtenus en bridant les émissions par deux courants de sens inverse, inégaux en durée et en intensité. Le premier est suffisamment réduit :

- 1° Pour qu'il n'actionne pas l'appareil récepteur du correspondant ;
- 2° Pour éviter une charge résiduelle appréciable.

D'autre part, les deux courants faisant partie de la même émission se succèdent aussi rapidement que possible, particularité qui permet d'obtenir à un moment déterminé :

- 1° Sur l'armature protectrice de la ligne, l'électrisation développée par l'influence du premier courant;
- 2° Sur le conducteur proprement dit, l'électrisation développée directement par le courant principal. La répulsion qu'exercent réciproquement ces électrisations de même nom, prévient l'excès de charge.

La double action du premier courant, brève, égale pour chaque émission, n'est pas toujours en rapport avec des courants égaux en durée et en intensité. Le code Morse, par exemple, implique des signaux irréguliers. Dans ce cas, on emploie avec avantage un dispositif compensateur réalisé par une dérivation avec coefficient de self-induction et résistance dégressifs.

Il suffit d'amener sur travail le levier de transmission pour envoyer les deux courants successifs inverses qui constituent l'émission bridée.

La durée du premier courant de l'émission est réglable, sans modifier pour cela la durée du courant principal. En effet, le premier courant est envoyé et peut être prolongé dans l'intervalle qui sépare les courants principaux de deux émissions successives, mais plus rapproché du courant principal qui suit que de celui qui appartient à l'émission précédente. La durée du premier courant a donc, comme limite extrême, l'intervalle qui sépare les courants principaux de deux émissions successives.

Le dispositif en usage pour les appareils Morse, Hughes, etc., utilise un relais non polarisé ainsi qu'une dérivation avec self. Le relais est actionné en local par la prise de pile qui fournit le premier courant de l'émission. Le levier de l'armature au repos livre la ligne à l'action de ce premier courant ; dès que le levier arrive à la position de travail, la ligne est soumise à l'action du deuxième courant de l'émission.

Les résultats obtenus, jusqu'à ce jour, sur la ligne Bordeaux-Poitiers, desservie au Morse, permettent d'espérer un fonctionnement également satisfaisant au Hughes : des essais sont actuellement en cours.

489.694 Transmetteur téléphonique — M. Stephen Case PORTER — États-Unis d'Amérique.

Combinaison d'un résonateur avec un transmetteur téléphonique monté dans ce résonateur; l'appareil peut également comporter un second résonateur, qui augmente la sensibilité et la puissance du transmetteur, et le rend capable de percevoir des sons émis à distance.

489.726 Perfectionnements aux dispositifs de comptage des communications téléphoniques — Compagnie française pour l'exploitation des procédés THOMSON-HOUSTON — France.

489.727 Perfectionnements aux circuits des postes d'abonnés —

Compagnie française pour l'exploitation des procédés
THOMSON-HOUSTON — France.

- 489.728 Dispositifs de supervision en téléphonie automatique —
Compagnie française pour l'exploitation des procédés
THOMSON-HOUSTON — France.

L'éditeur-gérant:

A. DUMAS.

GENERAL LIBRARY
DEC 2 - 1919
UNIV. OF TORONTO



ANNALES

DES

POSTES, TÉLÉGRAPHES

ET TÉLÉPHONES

RECUEIL DE DOCUMENTS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS
concernant les Services Techniques et l'Exploitation
des Postes, Télégraphes et Téléphones.

Publié par les soins d'une Commission
nommée par M. le Ministre des Postes et des Télégraphes. •

Paraissant tous les trois mois.

VIII^e ANNÉE — N° 3, 1919.

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL :

FRANCE ET COLONIES : **12** francs. — ÉTRANGER : **14** francs

Tous les abonnements partent du 1^{er} Janvier.

PARIS

A. DUMAS, ÉDITEUR

6, RUE DE LA CHAUSSEE-D'ANTIN, PARIS (IX^e)



Établissements Industriels de E. C. et de

ALEXANDRE GRAMMONT

Sté AME AU CAPITAL DE FRANCS 5.250.000

à PONT-DE-CHÉRU (ISÈRE)

Siège social à LYON, 20, quai de Retz

Successeur de la Société des

Téléphones et Télégraphes de Lyon

pour les

Appareils Téléphoniques en tous Genres

POUR RÉSEAUX D'ÉTAT

POSTES TÉLÉPHONIQUES SPÉCIAUX

HAUTE TENSION

Mines, Marine, Chemins de Fer

Annonciateurs de protection
contre l'incendie.

Commutateurs,

Sonneries,

Lustrerie

Appareillage

Electrique

Fils
et Câbles
électriques

Nus et Isolés

CABLES
SOUS-MARINS

Câbles armés pour Haute
Tension, Transport d'Énergie

RAFFINAGE,
LAMINAGE,
Tréfilerie de Cuivre

TRANSFORMATEURS

Moteurs

Dynamos

CAOUTCHOUC

EN GÉNÉRAL

Caoutchouc Industriel — Tuyaux — Ébonite

Talons Caoutchouc Marque E. C. G.

PNEUMATIQUES

pour Voitures, Voiturettes, Motocyclettes et Cycles

BANDAGES PLEINS

pour Camions
et Autobus



USINES :

PONT-DE-CHÉRU (Isère).

LA PLAINE-CHAVANOS
(Isère).

LYON, 12, Rue du Belvédère.

LYON, 220, Route d'Heyrieux.

SAINT-TROPEZ (Var).

MAISONS DE VENTE :

PARIS, 10, rue d'Uzès. Tél. Cent. 21-57 et 21-85

LYON, { 19 & 20, quai de Retz. Tél. 16-5
 { 12, rue du Belvédère. » 30-17

TOULOUSE, 4, boul. Lazare-Carnot. » 2-50.

MARSEILLE, 2, rue Armény. » 31-28.

GRENOBLE, 26, rue du Lycée. » 26-73

ANGERS, Place de la Visitation. » 3-56

BORDEAUX, 62, rue du Palais-Galien. » 30-62

ALGER, 28, boul. Carnot. » 21-76

ANNALES

DES

POSTES, TÉLÉGRAPHES

ET TÉLÉPHONES

RECUEIL DE DOCUMENTS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS
concernant les Services Techniques et l'Exploitation
des Postes, Télégraphes et Téléphones.

Publié par les soins d'une Commission
nommée par M. le Ministre des Postes et des Télégraphes.

Paraissant tous les trois mois.

VIII^e ANNÉE — N^o 3, 1919.

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL :

FRANCE ET COLONIES : **12** francs. — ÉTRANGER : **14** francs.

Tous les abonnements partent du 1^{er} Janvier.

PARIS

A. DUMAS, ÉDITEUR

6, RUE DE LA CHAUSSEE-D'ANTIN, PARIS (IX^e)

COMMISSION DES ANNALES DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES

AVIS

Les manuscrits adressés aux Annales sont soumis à l'examen d'une Commission dite *Commission des Annales des Postes et Télégraphes*.

Cette Commission se réunit à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, 20, rue Las Cases, Paris, VII^e.

Membres de la Commission :

M. DENNERY, Inspecteur général, Directeur de l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, *Président*.

M. A. BLONDEL, Membre de l'Institut, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

Le Directeur du Personnel à l'Administration centrale des Postes et Télégraphes.

M. LORAIN, Directeur de l'Exploitation Téléphonique, Professeur à l'École Supérieure.

M. FERRIÈRE, Directeur des Postes et Télégraphes du département de la Seine, Professeur à l'École Supérieure.

M. MAUREAU, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes, Professeur à l'École Supérieure.

M. AUGIER, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes.

M. PAILLON, Directeur des Postes et Télégraphes.

M. SAUNIER, Sous-Chef de bureau à l'Administration Centrale des Postes et Télégraphes, *Membres*.

MM. TAFFIN, Inspecteur des Postes et Télégraphes, HAMEL et REYNAUD-BONIN, Ingénieurs des Postes et Télégraphes, *Secrétaires*.

M. GODET, Rédacteur des Postes et Télégraphes, *Secrétaire-adjoint*.

NOTA : La *Commission des Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones* n'est en aucune façon responsable des opinions émises et des théories développées par les auteurs ; elle ne s'immisce pas dans les questions de priorité.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
Les Postes et Télégraphes d'Alsace-Lorraine pendant l'armistice.	
— Reconstitution du réseau téléphonique de Mulhouse.....	319
Les différents systèmes de télégraphie rapide, par M. E. MONTORIOL, Inspecteur des Postes et Télégraphes.....	324
La Télégraphie et l'Aviation, par M. DELFIEU, Ex-lieutenant observateur en avion, Rédacteur des Postes et Télégraphes...	382
Notion d'équivalent de transmission : mesures de transmission.	398
Mesures de mélange apparent.....	416
Anti-induction des circuits téléphoniques, par M. CAHEN, Ingénieur des Postes et Télégraphes.....	430



SERVICE D'ÉTUDES ET DE RECHERCHES TECHNIQUES DE L'ADMINISTRATION DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

L'utilisation directe des courants alternatifs industriels au bureau télégraphique de Brest.....	446
Un nouvel isolant : la bakelite	461



COMPTE RENDU DES PÉRIODIQUES

Périodiques en langue française.

La poste aérienne en France.....	470
Amplificateurs pour courants continus et pour courants de très basse fréquence.....	471
Appareils sensibles pour les mesures en courants alternatifs....	474
Radiotélégraphie par rayonnement infra-rouge	477
La T. P. S.	479
La commutation automatique dans la téléphonie à longue distance	485

*
*
*
Périodiques en langues étrangères.

Télégraphie et téléphonie multiplex.....	499
L'avenir du téléphone automatique en Angleterre.....	508
Le Fullerphone.....	510
Le réseau téléphonique des grandes villes.....	517
Conduite des affaires par téléphone.....	525
Le développement de la T.S.F. en Allemagne, pendant la guerre.....	528

*
*
*
INFORMATIONS ET VARIÉTÉS

École supérieure des Postes et Télégraphes : Quelques questions d'examen.....	542
Réouverture du Musée des Postes et Télégraphes.....	545
L'avenir de l'aviation postale, d'après les Allemands.....	547
Pour mettre en évidence l'effet Edison.....	551

*
*
*

BREVETS D'INVENTION.....	552
--------------------------	-----

BIBLIOTHÈQUE DES ANNALES DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES ⁽¹⁾

Construction des lignes télégraphiques et téléphoniques. Cours professé à l'École Supérieure par M. LORAIN, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes (4^e édition. 1916). — 2 vol. Prix : 6 francs le vol.

Comptabilité et droit budgétaire. Cours professé à l'École Supérieure par M. FERET DU LONGBOIS, Directeur au Ministère des Finances (1912). — 1 vol. Prix : 6 francs.

* *Installations télégraphiques.* Cours professé à l'École Supérieure par M. TONGAS, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes (1918). — 2 vol. Prix : 12 fr. 50 le volume.

Les derniers progrès réalisés en télégraphie, par M. TONGAS (1913). — 1 vol. Prix : 2 francs.

Installations téléphoniques. Cours professé à l'École Supérieure par M. MILON, Ingénieur des Postes et Télégraphes (2^e édition. 1918). — 1 vol. Prix : 12 fr. 50

Exploitation postale. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. FERRIÈRE, chef de bureau à l'Administration Centrale des Postes et Télégraphes (1913). — 2 vol. Prix : 6 francs le volume.

* *Conférences sur les moteurs thermiques* faites à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. SAUVAGE, Inspecteur général des Mines (1913). — 1 vol. Prix : 2 francs.

Électricité industrielle. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. MAUREAU Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1918). — 1 vol. Prix : 10 fr. 50.

Principes d'électricité. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. DROUET, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1917). — 1 vol. Prix : 3 fr. 75.

Théorie de la pupinisation et applications pratiques. — Conférences faites à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, par M. CAHEN, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol. Prix : 1 fr. 50.

Cours élémentaire de Télégraphie sans fil, par M. G. VIARD, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1918). — 1 vol. Prix : 12 francs.

La Technique Télégraphique en France (ouvrage publié à l'occasion

(1) Ces ouvrages (sauf ceux marqués d'un astérisque) se trouvent dans les bibliothèques départementales.

- de l'Exposition de San-Francisco), par M. MONTORIOL, Inspecteur des Postes et Télégraphes (1916). — 1 vol. in-8° carré. Prix : 3 fr. 50.
- La télégraphie, la téléphonie, l'électricité depuis 1878.* Extraits du 2000^e numéro de *The Electrician*, traduits par G. HAMEL et E. PICAULT, ingénieurs des Postes et Télégraphes. — 1 vol. Prix : 4 francs.
- Instruction sur la construction et l'entretien des lignes aériennes*, à l'usage du personnel, 1917. 1 vol. in-16 jésus à l'italienne, 337 pages. Prix : 4 francs.
- Instruction sur la protection des installations télégraphiques et téléphoniques de l'Etat contre les courants industriels*, à l'usage du personnel, 1918. 1 vol. in-16 jésus à l'italienne, 140 pages. Prix : 3 francs.
- Instruction sur les circuits combinés et circuits appropriés à la télégraphie et à la téléphonie simultanées*, à l'usage du personnel, 1918. — Une plaquette in-16 jésus à l'italienne, 26 pages. Prix : 1 fr. 75.
- Instruction sur les essais et mesures électriques et le relèvement des dérangements de lignes et de postes*, à l'usage du personnel (1918). — 1 vol. in-16 raisin, 130 pages, 22 figures. Prix : 4 francs.
- Instruction sur l'installation et l'entretien des postes téléphoniques d'abonnés*, à l'usage du personnel (1918). — 1 vol. in-16 raisin, 62 pages, 23 figures. Prix : 3 fr. 50.
- En vente à la librairie de l'Enseignement Technique, 3, rue Thénard, Paris, V^e.

- * *Cours d'électricité théorique* professé à l'École Supérieure (section des élèves-ingénieurs), par M. POMEY, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1914). — 2 vol. Tome I. Prix : 13 francs.
- De la propagation du courant télégraphique et téléphonique* (*The propagation of the electric currents*, par J.-A. FLEMING), traduit de l'anglais par M. RAVUT, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 12 francs.
- La télégraphie et la téléphonie simultanées et la téléphonie multiple* (*Das gleichzeitige Telegraphieren und Fernsprechen und das mehrfache Fernsprechen*, par K. Berger); traduit de l'allemand par M. LE NORMAND, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 4 fr. 50.
- Pratique radiotélégraphique* (*Radiotelegraphisches Praktikum*, par REIN), traduit de l'allemand par M. VIARD, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 9 francs.

La Téléphonie automatique, par M. MILON, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol.

La Télégraphie en Amérique (*American Telegraph Practice*, par DONALD MC NICOL); traduit de l'anglais par MM. PICAULT et VIARD, Ingénieurs des Postes et Télégraphes (1917). — 1 vol.

En vente chez M. Gauthier-Villars, éditeur, 55, Quai des Grands-Augustins, Paris, VI^e.

Traité de Téléphonie (extraits de *Telephony*, par ABBOTT); traduit de l'anglais par M. GILLES, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 4 francs.

Traité de Téléphonie pratique (extraits de *American telephone practice*, par KEMPSTER B. MILLER); traduit de l'anglais (1913). — 1 vol. Prix : 6 francs.

En vente chez M. Albin Michel, éditeur, 22, rue Huyghens, Paris, XIV^e.

Les câbles télégraphiques et téléphoniques (*Telegraphen und Fernsprechkabel-Anlagen*, par STILLE); traduit de l'allemand par MM. PICAULT, Ingénieur, et MONTORIOL, Sous-chef de section des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol. in-8^e. Prix : 25 francs.

En vente chez M. Béranger, éditeur, 15, rue des Saint-Pères, Paris, VI^e.

VIENT DE PARAÎTRE :

Instruction sur l'installation des bureaux télégraphiques principaux, à l'usage du personnel (1919). — 1 vol. in-16 raisin, 78 pages, 64 figures. Prix : 6 fr. 50.

En vente à la librairie de l'Enseignement Technique, 3, rue Thénard, Paris, V^e.

Les Postes et Télégraphes d'Alsace-Lorraine

PENDANT L'ARMISTICE

(Période de novembre 1918 à avril 1919).

Reconstitution du réseau téléphonique de Mulhouse.

Le 17 novembre 1918, au moment de l'arrivée des Français, il ne restait à Mulhouse, ni un appareil ni un organe quelconque de l'ancienne installation. Le multiple à batterie centrale de 1914 avait été mis hors service par les troupes avant leur retraite. Sur l'ordre de la Direction supérieure allemande de Strasbourg, les parties encore utilisables avaient été dispersées dès 1915 dans différents centres de l'Allemagne (Cassel, Lubeck, Hambourg), pour servir probablement de rechange à des multiples de même série. La disette de cuivre avait amené progressivement le repliement de toutes les lignes d'abonnés depuis les points de concentration, enfin un mois avant l'armistice, les Allemands avaient commencé le repliement des câbles urbains.

La proximité des lignes et la crainte d'espionnage ne désignaient pas Mulhouse comme centre de grands états-majors, aussi l'autorité militaire allemande s'était-elle contentée, pour desservir ses services stationnés dans la ville d'une installation de campagne.

Mulhouse constituant un centre industriel et commercial très important, il était nécessaire de pousser activement la reconstitution du réseau. Un multiple était commandé dès le mois de décembre et les travaux préparatoires commencés les premiers jours de janvier.

Travaux préparatoires. — Les travaux ont consisté dans l'aménagement des salles du multiple urbain, des répartiteurs,

de l'interurbain, des accumulateurs et des machines, la remise en état du réseau urbain.

Quoique n'ayant rien installé à Mulhouse, l'Administration allemande avait dès 1916 conclu un marché avec la Maison Mix et Genest de Berlin. Ce marché prévoyait que les travaux de reconstruction du multiple devaient être commencés immédiatement après la fin des hostilités. Pour permettre la construction immédiate, on avait dû procéder au préalable à des transformations dans l'immeuble du bureau ; les renforcements des planchers, l'abatage des cloisons étaient en partie terminés, le travail d'aménagement définitif a été de ce fait grandement simplifié.

Par contre, le réseau souterrain était à revoir complètement. Cinq cents sorties du bureau avaient été supprimées par le repliement des câbles, opéré en octobre 1918, isolant de ce fait plus de dix points de concentration. Les points de concentration restants, étaient tous à revoir, les troupes ayant pendant quatre ans fait des prélèvements et des mutations dans le réseau, tout embrouillé de câbles de campagne.

Installation provisoire. — Tous les câbles ayant été mesurés, après nettoyage des points de concentration et changement des câbles de montée, une installation provisoire a été commencée pour parer au plus pressé (10 janvier 1919). Cette installation faite avec du matériel provenant de l'extension du multiple de Strasbourg était constituée par un multiple à batterie locale à 800 places, quatre tables interurbaines à quatre circuits, une table d'annotatrice et une installation d'essai. L'appel était donné par un vibreur commutateur de pôle monté sur le secteur, les signaux de fin par le relèvement d'un voyant commandé par un relais fonctionnant sous l'effet du courant d'une batterie centrale de 10 volts envoyé après abaissement du levier commutateur chez l'abonné à travers la sonnerie du poste.

La deuxième armée étant installée à Mulhouse, avait, entre temps, monté un multiple du type militaire à 300 places. Les services publics et les abonnés les plus urgents avaient été reliés en attendant sur ce dernier.

L'installation civile provisoire à 800 places, terminée le 1^{er} février 1919, était mise en service le 5 février 1919, jour de la dissolution de la deuxième armée.

La téléphonie privée n'étant pas libre en Alsace à cette époque, le rattachement des abonnés a été commencé en suivant l'ordre d'urgence donné par le Commissariat de la République, la Municipalité, la Chambre de Commerce et le Syndicat industriel.

Les postes installés chez les abonnés étaient des appareils mobiles ou muraux de l'Administration française auxquels on avait fait subir une légère transformation (insertion d'un condensateur de 2 microfarads dans le circuit secondaire) permettant de donner le signal de fin par simple abaissement du levier commutateur.

Cette installation provisoire a permis de donner rapidement satisfaction aux services publics, aux médecins, industriels et commerçants signalés par les autorités comme particulièrement urgents.

Installation définitive. — L'installation du multiple provisoire ayant été faite dans des locaux n'empiétant pas sur ceux réservés au multiple définitif, les travaux de construction de ce dernier ont pu être entrepris dès le mois de février. Le programme, à réaliser immédiatement, était le suivant : montage du répartiteur général d'entrée et du répartiteur intermédiaire équipés pour 3600 lignes, des batteries d'accumulateurs, groupes de charge et groupes d'appel, d'une installation d'essai, d'un meuble urbain, d'une capacité de 3600 lignes d'abonnés, d'un meuble interurbain équipé pour cinquante circuits.

Les conditions générales imposées au constructeur étaient celles de l'adjudication du multiple de Tours.

Le marché conclu, en raison de l'urgence sans appel à la concurrence avec l'Association des ouvriers en instruments de précision prévoyait la livraison en première urgence, de dix-huit cents premiers jacks et de 2000 appareils à batterie centrale intégrale du type de l'administration.

Malgré les difficultés de transport, les travaux ont pu être

poussés très activement et la mise en service des dix-huit cents premiers jacks s'est faite dans les premiers jours de mai.

Pour parer au manque de tables interurbaines non encore montées, les jacks locaux et les lampes d'appel de quatre groupes urbains ont été remplacés provisoirement par des jacks et des annonceurs de fin de tableaux standard — montage permettant de recevoir 30 circuits interurbains.

La téléphoniste interurbaine, ayant devant elle le multiplage des jacks généraux, dessert ses circuits avec un dicorde, ayant en fiche avant, une fiche standard avec bouton d'appel et ses abonnés avec une fiche arrière du type urbain avec appel automatique par enfoncement de la fiche, les communications de circuit à circuit étant données par des fiches standard. La mise en service du multiple à batterie centrale devant être faite sans interrompre deux installations fonctionnant sur le répartiteur ancien (multiple militaire à 300 abonnés, multiple provisoire à 800), on avait monté pour travailler en toute liberté sur le répartiteur nouveau un répartiteur d'entrée auxiliaire installé à proximité immédiate des têtes de câbles urbains extérieurs. Huit cents paires réunissaient le répartiteur auxiliaire (relié directement aux câbles urbains extérieurs) et le répartiteur ancien. Toutes les entrées, renvoyées sur cette dérivation, libéraient les câbles de montée normaux qui ont pu être fixés et peignés sans difficulté sur les nouvelles têtes de câbles. La mise en service du multiple et de son répartiteur s'est faite en supprimant simplement la jonction du répartiteur auxiliaire aux câbles urbains extérieurs et renvoyant les paires en service de ces derniers sur leurs montées normales. Chez les abonnés le passage de la batterie locale à la batterie centrale s'est faite avec les appareils à batterie locale sur lesquels on avait enlevé au préalable le condensateur monté dans le secondaire pour le mettre en série avec la sonnerie. Cette opération très simple demandant de 5 à 10 minutes par appareil a eu simplement l'inconvénient de supprimer pendant deux à trois jours le signal de fin dans le multiple provisoire à batterie locale. Pendant quelques jours et comme mesure transitoire l'on a donc fonctionné en batterie centrale pour l'appel seulement. Néan-

uoins, afin de surveiller le fonctionnement du multiple, des appareils *témoins* à batterie centrale intégrale avaient, dès le premier jour, été montés chez des abonnés connus, devant donner des renseignements sur les particularités ou les défauts, qu'ils pouvaient constater. Le multiple a fonctionné, dès les débuts, d'une façon satisfaisante. Des allumages intempestifs, provoqués par la mise à la terre des circuits par les charbons des parafoudres par suite d'un manque de cambrure des ressorts dans les organes de protection, ont été rapidement arrêtés, un réglage méthodique des relais de supervision et de commande d'appel ainsi que du groupe d'appel ont assuré en quelques jours un fonctionnement normal des organes auxiliaires des dicordes.

Les abonnés se montrent, en général, satisfaits des appareils à batterie centrale intégrale de l'administration, qui, jusqu'à présent, n'ont donné lieu à aucune remarque.

A la date du 15 juillet, le nombre des abonnés reliés était de plus de 800. 450 installations environ, sont prêtes à être rentrées. La grève des ouvriers en matériel téléphonique ayant arrêté la livraison des câbles de quarte et de tierce, destinés aux liaisons du répartiteur intermédiaire aux relais d'appel et de coupure, aux jacks locaux et aux jacks généraux on a dû ralentir les installations extérieures. Si les travaux extérieurs et intérieurs peuvent marcher de pair, il est possible de faire journellement de 15 à 20 abonnements par jour à Mulhouse. Or, le nombre des abonnés avant la guerre était de 2.300 et les demandes de réabonnements deviennent de plus en plus nombreuses à mesure que le service s'améliore et que les communications interurbaines deviennent plus faciles. Avant la fin de l'année, l'on sera donc certainement revenu à un nombre égal, sinon supérieur, d'abonnés d'avant guerre.

Le rapport des taxes téléphoniques était très important autrefois. Le seul interurbain rapportait journellement entre 800 et 1100 francs. Dès maintenant, ce rapport est devenu assez intéressant, malgré la fermeture des frontières suisses et allemandes et des difficultés de communications ; avec le reste de la France le produit journalier de l'interurbain a dépassé 350 francs.

LES DIFFÉRENTS SYSTÈMES DE TÉLÉGRAPHIE RAPIDE⁽¹⁾

Par M. E. MONTORIOL,
Inspecteur des Postes et Télégraphes.

Dès le milieu du siècle dernier, on fut frappé de la mauvaise utilisation des lignes desservies à l'aide de la transmission manuelle. En effet, alors que la plupart des conducteurs pourraient transporter nettement un nombre d'émissions supérieur à 100 par seconde, un Morse, dans le même temps, n'en donne guère que deux, en moyenne ; aussi chercha-t-on à diminuer un écart aussi considérable et c'est de cette préoccupation que naquirent un grand nombre de systèmes qui, à des degrés très divers, méritèrent le nom de *rapides* donné à cette catégorie spéciale.

En ce moment où la France peut légitimement entrevoir une renaissance industrielle et commerciale qui lui permette de réparer ses ruines et où, par suite, le service télégraphique aura à faire face à des charges nouvelles, il a paru opportun de rechercher si l'outillage actuel est bien à la hauteur des besoins à prévoir. Jusqu'ici le Baudot, notre appareil national, placé au premier rang par le monde entier, a répondu à tous les besoins ; mais la guerre, qui a donné un essor si puissant à tant d'autres branches de la science, n'a-t-elle pas mis en lumière des perfectionnements, fait surgir des systèmes nouveaux, susceptibles de reléguer le Baudot au second plan ? Dans l'affirmative, aucune considération ne saurait primer l'intérêt supérieur d'un service qui doit être, avant tout, l'auxiliaire de l'activité nationale ; dans la négative, l'introduction inconsidérée d'un matériel nouveau, ne répondant

(1) Conférence faite le 4 juin 1919 à la *Société française des Électriciens*.

pas à un besoin bien défini ou ne constituant pas, sur l'ancien, un progrès tangible, risquerait, par la complication inutile qu'elle entraînerait, d'aller à l'encontre d'un but qu'on se propose. La solution de cet important problème ne peut être obtenue que par l'examen de tous les systèmes actuellement en usage ou reposant sur des principes intéressants, et par une discussion purement technique, c'est-à-dire dégagée de toute considération accessoire, commerciale, nationale ou autre, susceptible d'en fausser le résultat.

Tel est le but de cette étude.

..

Les systèmes rapides peuvent se classer en deux groupes distincts : les *automatiques* et les *multiplés* ; le principe de chacun d'eux va être exposé de façon aussi succincte que possible.

Systèmes automatiques.

Cette première catégorie comprend les appareils dans lesquels la main humaine est remplacée par des organes mécaniques, capables d'expédier automatiquement des transmissions préparées à l'avance par un nombre plus ou moins grand d'opérateurs.

Automatique Wheatstone. — Le premier système réellement rapide est celui de Wheatstone, dont les premiers essais remontent à 1830, et qui revêtit sa forme définitive actuelle vers 1873. Les signaux transmis sont ceux du code Morse ; ils sont représentés par des perforations pratiquées dans une bande de papier spécial, qu'on introduit ensuite dans un transmetteur automatique ; cette bande est comparable à celles qu'on emploie dans les métiers à tisser, d'où le nom de *Jacquart électrique* qu'on donna à l'appareil lors de son apparition.

Le perforateur comprend trois touches, correspondant, de gauche à droite, aux points, aux intervalles et aux traits ; lorsqu'elles sont abaissées, ces touches actionnent des poinçons qui percent le papier ; la bande ainsi préparée (fig. 1) présente trois séries de trous, l'une à la partie médiane, pour la progression

du papier, les deux autres vers les bords et de diamètre plus grand ; les points Morse sont représentés par deux de ces trous

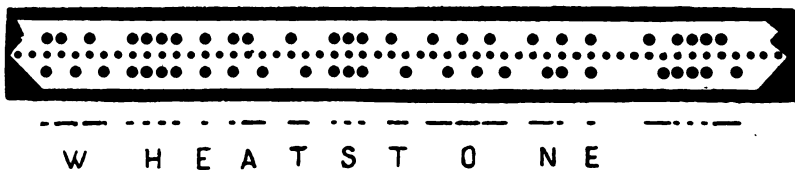


Fig. 1. — Bande de transmission Wheatstone.

placés sur une même transversale, les traits par deux trous placés obliquement l'un par rapport à l'autre.

Le transmetteur automatique (fig. 2) comprend un balancier

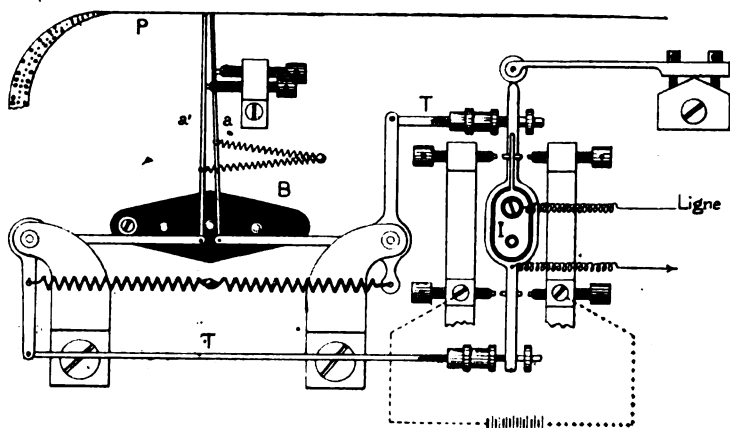


Fig. 2. — Transmetteur automatique Wheatstone.

B, animé d'un mouvement oscillatoire très rapide et qui commande deux aiguilles verticales, *a* et *a'* ; celles-ci sont ainsi sollicitées à pénétrer dans les trous de la bande perforée, P. Lorsque l'aiguille *a*, d'arrière rencontre un trou, elle s'élève en y pénétrant et fait basculer l'inverseur de pile, I, par l'intermédiaire de la tige T : un courant positif est envoyé sur la ligne ; un trou, présenté à l'aiguille d'avant, *a'*, lui permet un mouvement analogue, qui ramène l'inverseur à sa position primitive, et la ligne reçoit un

courant négatif. On émet ainsi un point ou un trait suivant le temps qui sépare le premier mouvement du second, c'est-à-dire suivant l'intervalle que présente la bande perforée entre deux trous consécutifs de l'une et de l'autre série.

Les signaux, points et traits, sont reçus dans un récepteur analogue au récepteur Morse ordinaire, mais auquel on a donné toutes les qualités de rapidité désirables.

Dans les installations plus récentes, il est fait usage du perforateur Gell, qui se présente sous l'aspect extérieur d'une machine à écrire ; chaque levier est entaillé de manière à choisir les poinçons propres à la perforation du signal qui correspond à la lettre marquée sur le bouton ; cet instrument offre le double avantage d'un apprentissage à peu près nul et d'un rendement de beaucoup supérieur, avec une fatigue moindre.

Automatique Creed. — Le système Creed est un perfectionnement du Wheatstone ; la bande de transmission est préparée à l'aide du perforateur Kleinschmidt qui, comme celui de Gell, affecte la disposition d'une machine à écrire ; le transmetteur automatique est celui de Wheatstone. A l'arrivée, le récepteur perfore une bande identique à celle de départ ; cette bande peut servir, soit à une réexpédition du message, s'il est reçu en transit, soit à mettre en action un traducteur automatique pour obtenir une impression typographique sur une bande de papier.

Le récepteur-perforateur Creed est agencé de la façon suivante : la bande de papier huilé, 18 (à la partie inférieure de la figure 3) a été percée préalablement, à sa partie médiane, de petits trous d'entraînement, dans lesquels pénètrent les goupilles implantées sur le pourtour d'une roue, 19, mue elle-même par un moteur électrique, M. Afin de permettre la *correction* dont il sera question plus loin, la roue, 19, est entraînée par l'intermédiaire d'un embrayage à friction, 22. La bande se déroule d'un mouvement continu devant les tiges correctrices 14 et les poinçons 15.

Les courants sont reçus dans un relais polarisé dont l'armature, dépourvue de contacts électriques, porte une languette, 1, au bout de laquelle est fixée une soupape équilibrée, 2, très légère.

Si un courant positif, par exemple, déplace l'appendice vers la droite, une admission d'air comprimé à lieu et le piston 3, est poussé vers la droite ; ce mouvement est communiqué par les leviers 4, à la soupape 5, qui se déplace dans le sens contraire, et le piston 6, du moteur principal, est poussé vers la droite ; la manivelle 7 et la tige 30 communiquent le mouvement à la

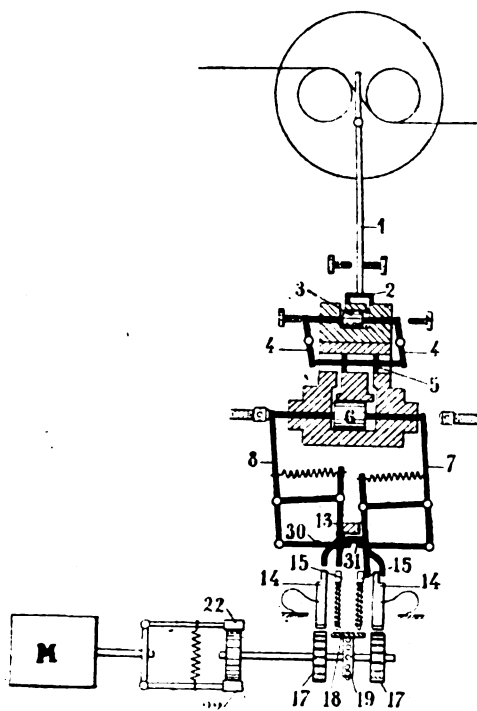


Fig. 3. — Récepteur-perforateur Creed.

manivelle 8, qui à son tour met en jeu le marteau de gauche 13, dont la fourche terminale vient buter contre la tige correctrice 14 et le poinçon 15. L'extrémité de la tige 14, vient s'engager entre deux dents de la roue correctrice 17 et immobilise momentanément la bande, pendant que le poinçon pénètre dans le papier juste en face d'un trou médian ; à ce moment, le marteau 13, rencontrant le taquet 31, glisse vers la droite, et abandonnant la

tige et le poinçon, leur permet de revenir au repos ; ce mouvement, aller et retour, a duré environ $1/300$ de seconde.

Un courant négatif, arrivant ensuite, détermine la mise en action de la tige et du poinçon de droite ; ceux-ci sont décalés vers l'avant, afin que, si l'inversion du courant a lieu aussitôt après (cas d'un point), la perforation de droite se trouve en face de celle de gauche, bien que, dans l'intervalle, la bande ait avancé d'une petite quantité. Dans le cas d'un trait, le temps qui s'écoule entre le positif et le négatif permet à la bande d'avancer d'une

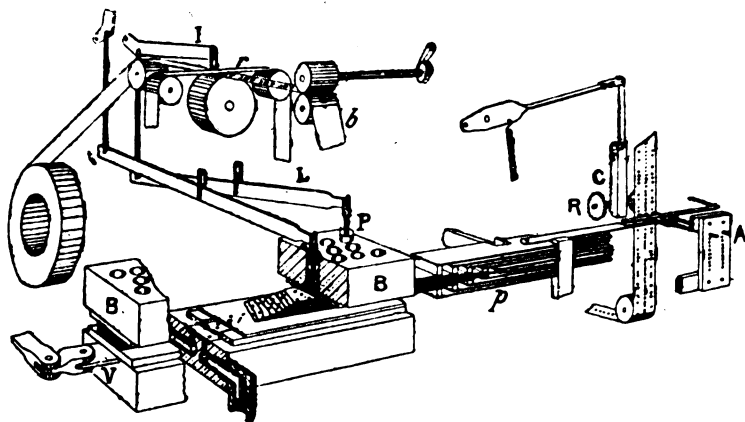


Fig. 4. — Imprimeur Creed.

division complète et le trou de droite est percé vis-à-vis du trou médian suivant. Un synchronisme relatif, entre le transmetteur et le récepteur, est nécessaire, pour obtenir cette différenciation. L'appareil peut suivre correctement un transmetteur travaillant à la vitesse de 120 à 130 mots à la minute ; il fonctionne sous l'action d'un courant de ligne de 15 à 20 milliampères et sous une pression de 2 kilogs par centimètre carré.

L'imprimeur Creed a l'aspect général d'une machine à écrire. Les lettres sont gravées au bout de leviers articulés ; ceux-ci sont commandés chacun par une lame horizontale *L* (fig. 4), terminée par un piston, *P*, engagé dans un trou cylindrique pratiqué dans le bloc commun, *B*. Si l'on envoie de l'air comprimé dans le

cylindre le piston est chassé et le levier imprimeur est actionné comme dans les machines à écrire manuelles.

Sous l'action d'un moteur électrique, agissant sur un arbre à cames et d'un dispositif à crémaillère dont il sera question plus loin, la bande perforée est amenée lettre par lettre dans une glissière, en face d'une série de dix paires d'aiguilles sélectrices, *A*, susceptibles de commander dix plaques-soupapes à coulisses, *p*. Les trous dont sont percées ces plaques sont disposés de telle sorte que, pour chaque combinaison d'aiguilles sélectrices pénétrant dans les perforations de la bande, les différentes plaques établissent une communication entre un collecteur d'air et l'un des pistons, celui qui correspond à la lettre représentée par la perforation qui donne lieu au mouvement ; à ce moment, une came ouvre la valve, *V*, l'air comprimé est admis dans le cylindre et chasse le piston, la lettre gravée au bout du levier correspondant vient frapper sur le ruban encreur, *r*, et laisse son empreinte sur la bande *b* ; aussitôt après, la valve est fermée et une soupape permet l'échappement de l'air ; les plaques *p*, reprennent leur position initiale, dans laquelle l'accès aux pistons est toujours obstrué au moins par l'une d'elles.

Les lettres perforées ont sur la bande des longueurs très différentes ; l'appareil les distingue par l'artifice suivant : sur l'axe de la roue d'entraînement de la bande est montée une roue dentée, *R*, commandée par une crémaillère, *C* : la course laissée à celle-ci détermine donc la longueur dont la bande avance après chaque impression ; or, chaque paire d'aiguilles commande un levier commun, dit *levier d'espacement* placé sur la trajectoire verticale de la crémaillère ; si l'une ou l'autre des aiguilles d'une même paire est actionnée, elle entraîne le levier, qui laisse la voie libre à la crémaillère ; si, au contraire, comme c'est le cas lorsque la bande présente un espace blanc, les deux aiguilles restent au repos, le levier d'espacement qui leur correspond limite la course de la crémaillère, de telle sorte que, lors du retour de bas en haut, la bande avance exactement de la longueur qui correspond à la place occupée par la lettre qui vient d'être traduite.

Cet appareil peut imprimer 125 lettres à la minute.

Automatique Murray. — Le système automatique Murray emploie le code Baudot, dont il sera question plus loin, et qui est formé par les 31 combinaisons qu'on obtient avec 5 éléments de signaux (v. p. 337). La bande à perforer est munie à l'avance, comme celle de Creed, de trous d'entraînement ; chaque lettre occupe l'espace de 5 de ces trous, comme le montre la figure 5. Le

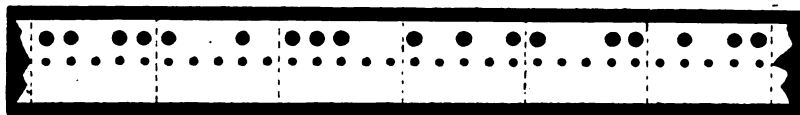


Fig. 5. — Bande de transmission Murray.

perforateur est du type machine à écrire ; la transmission automatique est effectuée par un transmetteur Wheatstone, mais à une seule aiguille ; celle-ci se présente à la bande à intervalles réguliers, au-dessus de chaque trou d'entraînement ; si la bande est perforée à cet endroit, l'aiguille se lève, et l'inverseur envoie sur la ligne un courant positif ; si, au contraire, l'aiguille est arrêtée, c'est un courant négatif qui est émis.

A l'arrivée, le récepteur perce une bande qui, de même que pour le système Creed, peut servir, soit à la réexpédition, soit à la traduction ; contrairement à ce qu'on vient de voir pour le Creed, toutes les fonctions du perforateur et de l'imprimeur sont électriques.

Automatique Siemens. — L'appareil automatique de Siemens est, à proprement parler, un Baudot à un seul secteur, dont les balais tournent à grande vitesse et en synchronisme avec ceux du poste correspondant. Il sera reparlé de ce système lorsqu'aura été examiné le Baudot lui-même ; disons seulement, pour l'instant, que le perforateur est, là encore, du type machine à écrire et qu'à l'arrivée, les signaux peuvent être, soit perforés comme dans les précédents systèmes, soit traduits directement en lettres typographiques. Le rendement de l'appareil est limité par le fonctionnement du mécanisme imprimeur ; cette limite est atteinte

vers 500 ou 600 révolutions des balais par minute, ce qui correspond à 80 ou 100 mots.

Automatique Buckingham-Barclay. — On peut mentionner encore le système automatique Buckingham-Barclay, employé par la Western-Union Telegraph Cy ; les bandes sont préparées par un clavier-machine à écrire et suivant un code qui lui est spécial, puis on les passe dans un transmetteur automatique Wheatstone. A l'arrivée, les signaux sont imprimés directement sur une feuille, qu'on change après chaque message. Le rendement maximum de ce système se tient aux environs de 100 mots à la minute.

Automatique Pollak-Virag. — Le système automatique Pollak-Virag diffère essentiellement des précédents quant à son principe, qui est le suivant : les courants parvenant au poste récepteur mettent en mouvement un petit miroir sur lequel vient frapper un rayon lumineux ; ce rayon, convenablement réfléchi, trace, en

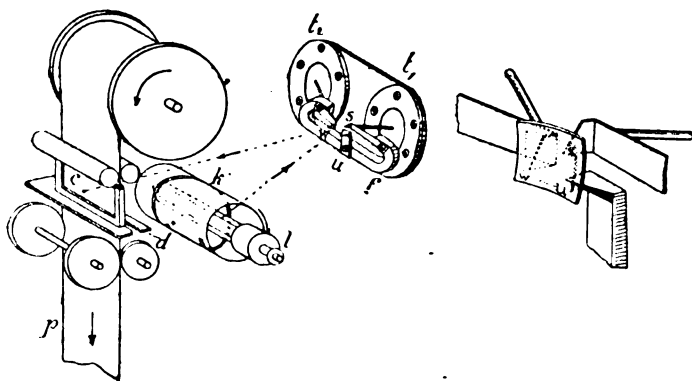


Fig. 6. — Récepteur Pollak-Virag.

écriture cursive, les lettres et les mots sur une bande de papier photographique, qu'il suffit ensuite de développer et de fixer à la façon ordinaire. Voici comment ce résultat est obtenu : au dos du miroir en verre est collée une petite plaquette de fer doux appuyée sur trois pointes fortement aimantées ; les trois pointes

W, U, S (fig. 6) forment les trois sommets d'un triangle rectangle; l'une, U, est fixe; les deux autres, montées sur des ressorts, sont élastiques et reliées, par de petites bielles, au centre des membranes de deux récepteurs téléphoniques, t_1 et t_2 ; celles-ci, lorsqu'elles se déplacent sous l'action de courants venant de la ligne, déterminent des oscillations de miroir, autour de l'axe vertical, US, ou autour de l'axe horizontal, WU: on a donc les deux composantes du tracé à obtenir.

Le rayon lumineux est émis par une lampe à incandescence à filament rectiligne, l , enfermée dans un cylindre en tôle, k placé lui-même dans un second cylindre non représenté sur la figure; le cylindre k est entaillé d'une rainure en hélice et tourne autour d'un axe horizontal à raison de trois à quatre tours par seconde; le second cylindre est fixe et fendu suivant une génératrice; le rayon lumineux émis par la lampe ne peut donc passer que par l'intersection de la rainure hélicoïdale et de la fente rectiligne. Ce point lumineux se déplace ainsi suivant une ligne droite; aussi longtemps que le miroir reste fixe, le point réfléchi, qui vient frapper la bande de papier photographique, p , l'impressionne également suivant une ligne droite; mais, si le récepteur t_1 , par exemple, est parcouru par des courants, le miroir se trouve déplacé autour de son axe horizontal, et il en résulte des élongations verticales du point C, au-dessus ou au-dessous de la ligne normale, suivant que la membrane a été attirée ou repoussée, c'est-à-dire suivant le sens des courants reçus; si les impulsions sont envoyées dans l'autre téléphone, t_2 , le miroir bascule autour de son axe vertical, les déplacements horizontaux du point C accélèrent ou retardent son mouvement normal. On a donc là, ainsi qu'il a été dit plus haut, les deux composantes des déplacements à donner au point C pour que la résultante soit un tracé d'écriture cursive, semblable à celui que montre la figure 7. La bande passe ensuite dans des bains de développement et de fixage, dans lesquels elle reste respectivement environ six et sept secondes; le papier est presque complètement sec lorsqu'il sort de l'appareil.

La correspondance exige l'emploi de deux fils de ligne; le

récepteur t_1 , est inséré dans le circuit comme un téléphone ordinaire ; les courants qui parcourent l'autre t_2 , suivent les deux fils en parallèle, grâce à un dispositif semblable à ceux qu'on emploie

dans le système de télégraphie à transmission rapide de Pollak et Virag le récepteur diffère essentiellement des récepteurs employés jusqu'à ce jour : les impulsions de courant que l'on transmet automatiquement au moyen d'une bande de papier perforée sont dirigées au poste récepteur dans un téléphone dont la membrane est munie d'un petit miroir.

Fig. 7. — Bande de réception Pollak-Virag.

dans les installations de télégraphie et de téléphonie simultanées.

La transmission est automatique et effectuée à l'aide d'une bande perforée par un clavier de machine à écrire ; cette bande est virtuellement divisée longitudinalement en deux parties égales, correspondant respectivement à l'un et à l'autre téléphone ; les perforations sont elles-mêmes réparties, dans chaque moitié,

suivant trois divisions virtuelles, qui permettent l'envoi, dans chaque téléphone, d'une intensité négative et de deux intensités positives différentes. La bande passe ensuite sur un cylindre formé de six bagues reliées aux divers voltages; six balais métalliques, conjugués électriquement en deux groupes de trois, frottent sur la bande à son passage sur le cylindre et lorsqu'ils rencontrent un trou, prennent contact avec la bague placée au-dessous et un courant, de sens et d'intensité convenables, est envoyé sur la ligne à laquelle ce balai est relié.

L'appareil Pollak-Virag a été mis en essai en Allemagne, en 1903, et en Angleterre en 1905; le rapport allemand constate qu'il écoulait environ 32.000 mots à l'heure, ce qui fait ressortir le rendement de chaque conducteur à 16.000 mots par heure ou à 266 par minute, soit près de 50 pour 100 de plus que le rendement théorique d'un sextuple Baudot tournant à 180 tours; les inventeurs prétendent même atteindre 40.000 mots. Toutefois, il s'accommode mal des sections souterraines que comprennent inévitablement les fils aériens, et celles-ci avaient été supprimées dans les expériences dont les résultats sont mentionnés plus haut. Il fut abandonné, aussi bien dans l'un que dans l'autre pays, en particulier à cause des troubles d'induction qu'il occasionnait dans les lignes voisines et aussi, dit le rapport anglais, « à cause du besoin de deux conducteurs de gros calibre et du prix élevé du papier photographique (1) ». On doit ajouter enfin que les bandes obtenues à l'arrivée ne sont peut-être pas d'une lisibilité assez parfaite pour être remises telles quelles au public, que les mots et souvent même les lettres sont coupés aux bouts de lignes, et que, de ce fait, une transcription à la machine à écrire serait sans doute nécessaire, ce qui entraînerait une importante main-d'œuvre supplémentaire.

(1) *The Post Office Electrical Engineers, Journal*, avril 1917, p. 5.

Systèmes multiples.

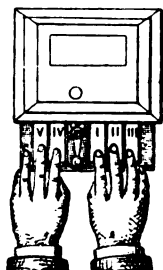
Les systèmes multiples reposent sur le principe de la division du temps : deux organes mobiles tournent en synchronisme aux deux extrémités de la ligne, et la répartissant, à des moments déterminés, entre plusieurs opérateurs ; les transmissions, ainsi effectuées, semblent simultanées, mais sont, en réalité *successives*, chaque agent, après avoir expédié un signal, disposant, pour préparer le suivant, du temps pendant lequel la ligne est attribuée aux autres. Il va sans dire que la transmission automatique, par bandes perforées, peut être substituée à la transmission manuelle, mais elle a lieu dans les mêmes conditions que celle-ci, c'est-à-dire *par secteur* ; c'est là une différence essentielle, par rapport aux systèmes qui précèdent, et dans lesquels, un transmetteur automatique *unique* dessert la ligne.

Le principe de la transmission multiple, indiqué par Rouvier en 1858, fut appliqué pour la première fois en 1872, par Meyer, qui réalisa une installation permettant d'effectuer simultanément six transmissions en signaux Morse ; le système resta en exploitation en France jusque vers 1885, époque à laquelle il dut céder le pas au Baudot ; il fut également adopté à l'étranger, notamment en Allemagne et en Autriche.

Multiple Baudot. — Les signaux Baudot sont formés à l'aide d'un clavier de cinq touches ; en abaissant, soit une seule touche, soit deux ou plusieurs simultanément, on peut exécuter 32 combinaisons dont 31 utilisables (la 32^e étant celle où les cinq touches sont au repos). Le tableau ci-contre (fig. 8) donne le code de manipulation ainsi que l'affectation des signaux. Il est à remarquer qu'un système d'inversion mécanique, analogue à celui de l'appareil Hughes, porte à 58 le nombre des lettres ou signes susceptibles d'être imprimés, les deux dernières combinaisons servant à faire l'espacement des groupes de signaux, lettres ou chiffres, et à mettre en action ledit système d'inversion.

L'organe principal de l'installation est le distributeur, qui con-

siste essentiellement en un plateau d'ébonite, portant des couronnes métalliques concentriques, divisées en contacts isolés électriquement les uns des autres ; chacune de ces couronnes est parcourue par un balai ; l'axe qui entraîne les balais est animé d'un mouvement rigoureusement isochrone ; au poste correspon-



MAIN GAUCHE

V	IV		I	II	III
		A	1		
●		B	8		●
●		C	9		
●		D	0	●	●
		E	2	●	
		E	&	●	
●		F	5	●	●
●		G	7	●	
●		H	4		
		I	3	●	●
		J	6		
●		K	(	●	
●		L	=		
●		M	1	●	
●		N	N°	●	●
		O	5	●	●

MAIN DROITE

V	IV		I	II	III
●	●	P	%	●	●
●	●	Q	/	●	
●	●	R	-		●
		S	;		
		T	!	●	●
		U	4	●	●
		V	'	●	●
●		W	?		
●		X	5	●	
		Y	3		●
●		Z	:	●	●
●		£			
●		•			
		•			

BLANC de CHIFFRES

BLANC de LETTRES

Fig. 8. — Alphabet Baudot.

dant est un distributeur semblable, dont les balais sont mis en synchronisme avec ceux du premier, c'est-à-dire tournent à la même vitesse et se trouvent, au même moment, sur des contacts symétriques.

Au poste A, par exemple (fig. 9), les touches d'un manipulateur sont reliées à cinq contacts consécutifs d'une couronne du

distributeur ; au poste B, les contacts de mêmes numéros sont connectés avec cinq électro-aimants polarisés ; si l'on exécute, sur le manipulateur de A, l'une des 31 combinaisons, par exemple celle qui comporte l'abaissement des touches un, trois, cinq (lettre T), on relie de ce fait les contacts un, trois et cinq du distributeur à la pile de travail, tandis que les deuxième et

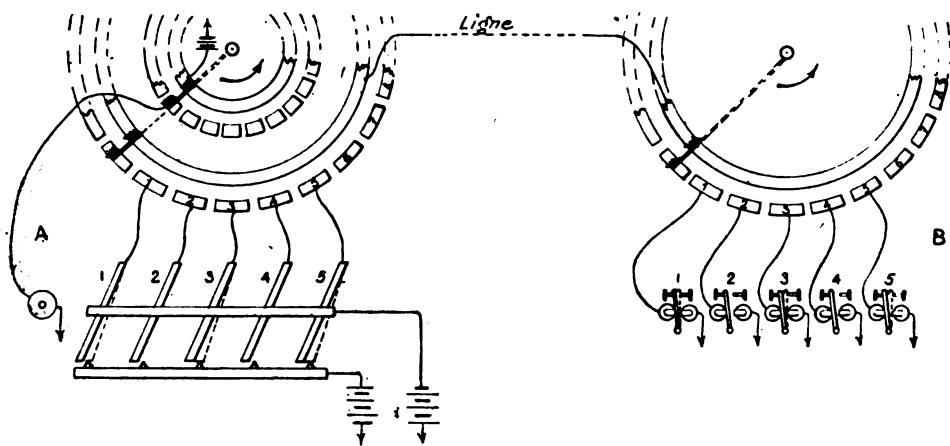


Fig. 9. — Principe du multiple Baudot.

quatrième restent en relation avec la pile de repos ; lorsque les balais des deux postes passent sur le contact n° 1, un courant de travail est envoyé sur la ligne et reçu dans le premier électro-aimant de B, dont l'armature se trouve déplacée ; un courant de repos est émis ensuite par le deuxième contact et maintient la deuxième armature sur son butoir de repos ; un nouveau courant de travail, au moment du passage des balais sur le troisième contact, déplace la troisième armature, et ainsi de suite ; lorsque les balais ont franchi le secteur, on trouve les première, troisième et cinquième armatures sur travail, tandis que les deuxième et quatrième sont restées sur repos : le groupe des cinq armatures de B reproduit donc la combinaison exécutée au départ, sur le manipulateur de A ; il ne reste plus qu'à la traduire. L'opérateur est averti du moment opportun d'abaisser les

touches par un métronome, ou *frappeur de cadence*, actionné par le distributeur.

Les installations sont dites *doubles*, *triples*, *quadruples*, *sex-tuples*, suivant que les balais, dans une révolution, parcourent deux, trois, quatre ou six secteurs semblables, le nombre des révolutions, pour la transmission manuelle, restant fixé à 180 par minute, quel que soit le type d'installation. Le diagramme ci-dessous (fig. 10) montre la disposition de deux distributeurs

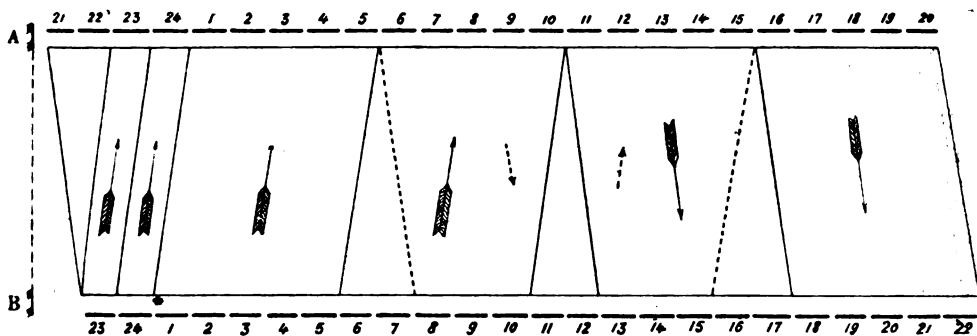


Fig. 10. — Diagramme d'un quadruple Baudot.

quadruples, permettant, soit quatre transmissions dans le même sens, soit une dans un sens et trois dans l'autre, soit enfin deux dans chaque sens ; on y voit qu'en plus des 20 contacts nécessaires pour les quatre secteurs, deux sont réservés pour la *propagation*, c'est-à-dire pour le temps qui s'écoule, dans chaque poste, entre la fin de sa transmission et le commencement de sa réception ; enfin, deux autres contacts sont destinés à l'envoi et à la réception de deux courants dits *correcteurs* ; ceux-ci, reçus dans un électro-aimant spécial au poste A, décalent ses balais lorsqu'ils tendent à se trouver en désaccord avec ceux de B ; ce décalage représente un angle de 1° à $1^\circ 5'$.

Les contacts de propagation et de correction ont été supprimés en 1903, par Pierre Picard, qui installa, sur le câble sous-marin Marseille-Alger, un triple à 15 contacts ; la correction du synchronisme est obtenue « sans courants spéciaux » : le relais de

correction est susceptible de fonctionner lors des inversions du sens du courant reçu, c'est-à-dire lorsqu'un positif succède à un négatif, et inversement, si, à ce moment, le balais du poste corrigé ne se trouve pas exactement à la fin d'une division et au commencement de la suivante. Ce mode de synchronisation a été repris dans les systèmes Murray et Western dont il sera question plus loin ; la suppression des contacts de propagation exclut la possibilité d'alterner le sens de la transmission à chaque tour des balais, aussi ces dernières installations doivent-elles nécessairement fonctionner en duplex alors que, dans les installations Baudot ordinaires, le duplex reste facultatif.

Les signaux enregistrés par le groupe des cinq armatures de relais sont traduits automatiquement par un organe appelé *combinateur* ; le premier type de l'espèce fonctionna en 1877, avec la première installation quintuple installée par Baudot ; il est mentionné ici parce qu'il a été repris, en 1912, par Siemens, qui l'associa à son système automatique, dont il a été question plus haut (v. p. 334). Il consiste essentiellement en un cylindre en ébonite portant, sur les trois quarts de son pourtour, cinq rangées de plots métalliques parcourues chacune par un balai ; la figure 11 donne le développement de ce cylindre : 31 génératrices portent chacune une combinaison du code Baudot, les touches abaissées étant représentées par les cases noires et celles au repos par les cases blanches. Dans chaque couronne les plots correspondant aux cases noires sont réunis entre eux et au butoir de travail de l'un des cinq relais récepteurs ; de même, tous ceux que représentent les cases blanches sont reliés respectivement aux butoirs de repos de ces mêmes relais.

Sur l'axe d'entraînement des balais est montée une roue des types, portant les caractères gravés dans l'ordre où se présentent les combinaisons sur le combinateur et orientée, en outre, de manière que, lorsque les balais passent sur une combinaison donnée, la lettre correspondante se présente à la bande.

Si l'on fait tourner les balais alors que les relais sont tous au repos, le circuit local ne sera fermé en aucun point du cylindre, puisque celui-ci ne présente nulle part cinq cases blanches sur

une même génératrice; mais si l'on a reçu la combinaison « T », prise plus haut comme exemple, le circuit local se trouvera fermé lorsque les balais passeront sur la vingt-cinquième génératrice; le mouvement de l'armature de l'électro-aimant imprimeur sera utilisé pour projeter la bande contre la roue des types; et comme c'est précisément la lettre T qui est gravée en cet endroit, on aura la traduction du signal reçu. D'une façon plus générale, une combinaison quelconque étant enregistrée par les relais, les balais du combinateur explorent successivement toutes les combinaisons, et la fermeture est toujours obtenue au moment où les balais passent sur cette combinaison et à ce moment-là seulement, pour toute la durée d'une révolution.

Le combinateur construit par Siemens ne diffère de celui-ci que par le groupement des combinaisons; en outre, la pile du

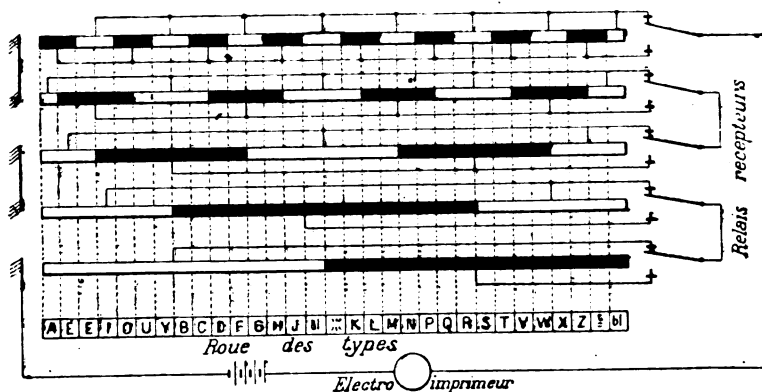


Fig. 11. — Combinateur électrique de Baudot.

circuit local est remplacée par un condensateur de 10 microfarads, chargé, à la fin de chaque révolution, des balais, par une source positive de 110 volts, et qui se décharge au moment de la fermeture du circuit local.

Le principe du combinateur mécanique actuellement en usage, est le même: si l'on représente les 31 combinaisons, non plus par des contacts différemment connectés mais par des creux et des reliefs, les premiers (cases noires, fig. 12) correspondant

aux touches abaissées et les creux (cases blanches) aux touches laissées au repos ; si, d'autre part, on promène sur ce cylindre un peigne à cinq dents, sollicité par un ressort à s'enfoncer dans les creux, on voit que ce mouvement de bascule ne se produira nulle part, puisqu'en aucun point le combinateur ne présente cinq creux sur la même génératrice et qu'il suffit d'un seul relief pour soutenir le peigne. Par exemple, si, comme précédemment, on a reçu la combinaison « T », c'est au moment où le combinateur présente au peigne cette même combinaison qu'on doit obtenir l'enfoncement, puisque c'est aussi le moment où la lettre T passe devant la bande ; or, le peigne est alors soutenu par les reliefs un, trois, et cinq qui portent les numéros des touches abaissées au départ. Pour obtenir la chute désirée, il est donc nécessaire de substituer momentanément à ces trois reliefs, trois creux. On obtient un résultat analogue par l'artifice suivant : chacune des cinq colonnes ou *voies* du tableau ci-dessus est doublée d'une colonne inverse (fig. 13), c'est-à-dire présentant des creux là où la première a des reliefs, et réciproquement ; la première prend le nom de *voie de repos*, R, tandis que sa complémentaire devient la *voie de travail*, T ; enfin, les cinq électro-aimants récepteurs sont agencés de telle sorte que ceux dont l'armature est actionnée commandent une sorte d'aiguillage, qui oblige les dents correspondantes du peigne, appelées *leviers chercheurs*, à passer de la voie de repos dans celle de travail, sans cesser pour cela d'être solidaires des autres, restées dans la voie de repos. On voit ainsi que, dans le cas supposé plus haut, les premier, troisième et cinquième chercheurs, ainsi aiguillés, ne s'opposeront plus à la chute, et ce mouvement mécanique pourra être utilisé pour projeter la bande contre la lettre T, que présente à ce moment la roue des types.

Le combinateur actuel ne comprend plus que deux voies : en effet, l'ordre dans lequel se présentent les combinaisons peut être varié à l'infini, pourvu que les caractères correspondants soient gravés dans le même ordre sur la roue des types. Or, si l'on examine le groupement de la figure 14 qui pourrait, comme le précédent, représenter les cinq voies de repos du combina-

teur, on constate que ces cinq voies sont identiques, mais échelonnées à une division d'intervalle ; les chercheurs rencontreront donc la même succession de creux et de reliefs, soit qu'on

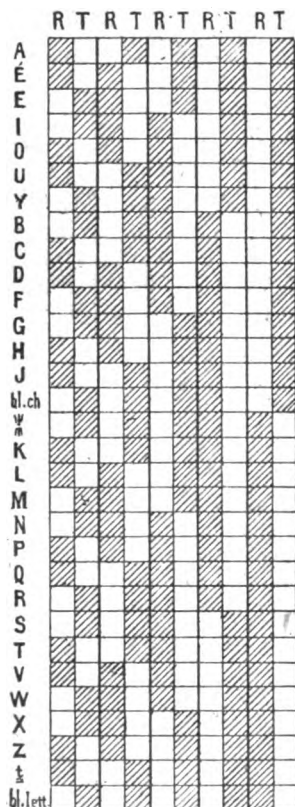
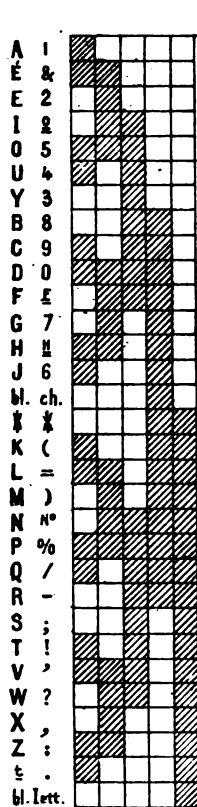


Fig. 12. — Combinateur mécanique. Fig. 13. — Combinateur Baudot à 10 voies. •

les place de front commedans le précédent combinateur, soit qu'on les dispose l'un derrière l'autre, sur une seule voie. Dans ces conditions, la première colonne de ce tableau peut devenir l'unique voie de repos, à la condition de lui ajouter, au commencement, quatre divisions supplémentaires ; une voie de travail inverse complète ce combinateur ainsi réduit à deux disques.

Il convient de mentionner encore le traducteur non rotatif

Eglin, dont la construction, interrompue par la guerre, va sans doute être reprise incessamment, les premiers essais ayant donné d'excellents résultats : les lettres sont supportées par des leviers articulés, semblables à ceux d'une machine à écrire,

	1	2	3	4	5	
A	1	0	0	0	0	A
E	0	1	0	0	0	E
Y	0	0	1	0	0	Y
J	0	0	0	1	0	J
X	1	0	0	0	1	X
U	0	1	0	0	1	U
G	0	0	1	0	1	G
T	1	0	0	1	0	T
H	0	1	0	1	0	H
W	1	0	1	0	0	W
C	0	1	1	0	0	C
M	0	0	1	1	0	M
S	1	0	0	1	1	S
b	0	1	0	0	1	b
l	0	0	1	0	1	l
E	0	1	0	0	0	E
I	0	0	1	0	0	I
B	1	0	0	0	1	B
K	0	1	0	0	1	K
Z	0	0	1	0	1	Z
O	1	0	0	1	0	O
D	0	1	0	1	0	D
P	0	0	1	1	0	P
N	1	0	0	0	1	N
Q	0	1	0	0	1	Q
L	0	0	1	0	0	L
V	1	0	1	0	0	V
F	0	1	1	0	0	F
R	0	0	1	1	0	R
y	0	1	0	0	0	y
b	0	0	1	0	0	b

Fig. 14. — Combinateur Baudot à 2 voies.

et maintenus au repos par six disques formant une sorte de cylindre vertical ; cinq de ces disques sont entaillés d'encoches disposées comme dans les combineurs rotatifs ; le sixième ou

disque d'arrêt porte 31 encoches et autant de reliefs ; ces derniers, dans la position de repos s'opposent à la chute des leviers, même en l'absence de ceux du combinateur.

Chaque fois que l'armature de l'un des électro-aimants récepteurs est actionnée, elle déplace le disque combinateur de même numéro et, suivant le nombre et la place occupée par les disques ainsi déplacés, chacun d'eux présente simultanément une encoche à l'un ou à l'autre des leviers, en réalité à celui qui porte la lettre correspondant à la combinaison reçue ; aussitôt après, un courant est envoyé par le distributeur qui actionne un sixième électro-aimant, lequel déplace, à son tour, le disque d'arrêt : tous les leviers sont ainsi libérés, mais, seul, celui qui trouve devant lui six encoches tombe sur le ruban encreur et imprime la lettre dont il est porteur ; enfin, le disque d'arrêt, en se déplaçant, a fermé le circuit d'un septième électro-aimant, dit *électro de rappel*, qui ramène au repos tout le système avant que le distributeur envoie une nouvelle combinaison à traduire.

Transmission automatique Carpentier. — La transmission automatique a été appliquée au Baudot, en 1903, avec le système Carpentier. Le perforateur (fig. 15) est disposé comme une machine à écrire ; chaque bouton, B, est prolongé par une lame dont les saillies et les creux figurent la combinaison qui, dans le code Baudot, correspond à la lettre ou au signe marqué sur ledit bouton. Cinq volets horizontaux, V, sont entraînés par les reliefs lors de l'abaissement des boutons ; chacun d'eux porte, articulée sur son extrémité postérieure, une bielle, L, qui le rend solidaire d'un levier, L', lequel fait pivoter, à son tour, un levier basculant, L'', dont l'extrémité postérieure vient alors se placer devant le poinçon, P.

Les leviers oscillants sont montés sur un chariot mobile, C : Il suffit donc de communiquer au chariot un mouvement d'avant en arrière pour que les poinçons, poussés par les leviers soulevés, viennent perforer la bande qui passe dans la gouttière, G. La figure 16 montre une bande ainsi préparée, portant les mots *perforateur alphabétique* ; les trous sont disposés dans le même

ordre que les touches d'un manipulateur, ce qui permet à l'opérateur de contrôler aisément son travail. Dès que le signal est perforé, le chariot revient en arrière et les leviers, L, rencontrant un plan incliné I, reprennent leur position de repos.

Le mouvement est donné au chariot par l'intermédiaire d'une bielle, B, et d'une poulie, P ; celle-ci, folle sur son axe, tourne

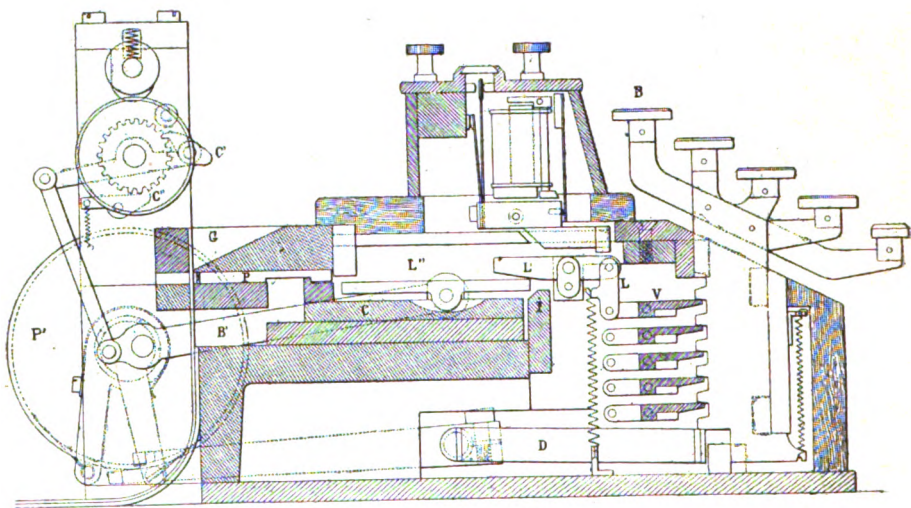


Fig. 15. — Perforateur Carpentier.

sous l'action d'un moteur électrique ; un frein à corde permet de l'embrayer pour une révolution seulement, par l'intermédiaire du levier D qui, entraîné par tous les boutons quels qu'ils soient, libère l'embrayage au moment du relèvement.

Le transmetteur automatique, dans lequel la bande est engagée au sortir du perforateur, comprend un fort électro-aimant, dans lequel le distributeur envoie un courant à chaque tour des balais ; son armature, A (fig. 17) par l'intermédiaire d'un levier L, imprime un mouvement longitudinal de va-et-vient à cinq cliquets D guidés par un peigne fixe, au-dessus duquel passe la bande perforée.

Lorsque l'armature, A, de l'électro-aimant est attirée, les cinq cliquets sont déplacés vers la droite ; sous l'action de leur ressort

r , ceux d'entre eux auxquels la bande présente un trou y pénètrent par leur bec D ; dès que l'armature est ramenée par

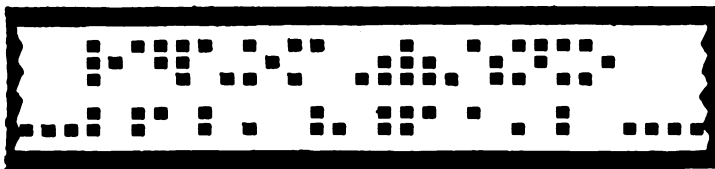


Fig. 16. — Bande de transmission Carpentier.

son ressort antagoniste, r' , la bande est entraînée vers la gauche par ceux des cliquets qui ont ainsi pénétré dans un trou ; en outre, chacun de ces cliquets rencontre la branche coudée d'un levier,

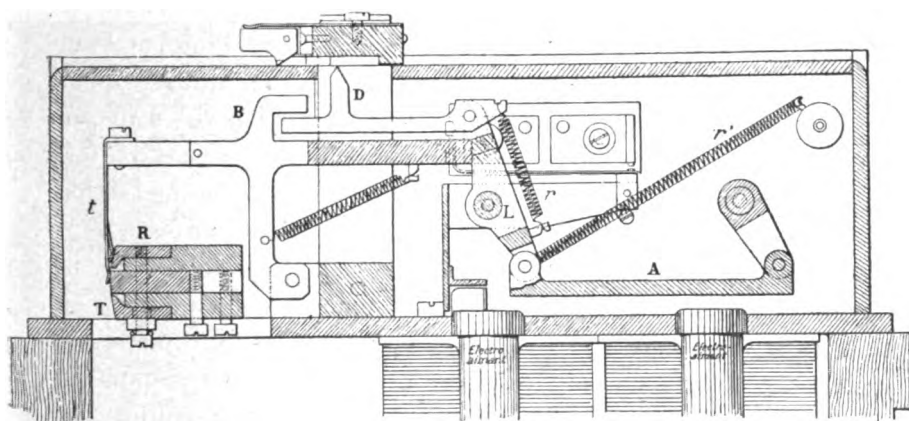


Fig. 17. — Transmetteur automatique Carpentier.

B, sur lequel est monté un ressort de transmission, t : celui-ci, quittant la butée supérieure, R, à laquelle est rattachée la pile de repos, vient au contact de l'autre butée, T, reliée à la pile de travail ; les leviers, B, qui remplacent ici les touches d'un manipulateur, communiquent avec les contacts du distributeur, et le signal est expédié dans les mêmes conditions qu'avec la transmission manuelle.

Multiple Delany. — Le multiple Delany, installé en Angleterre en 1885, permet d'effectuer quatre ou six transmissions Morse simultanées ; les opérateurs n'ont pas, comme au Meyer ou au Baudot, à suivre une cadence quelconque et transmettent comme s'ils étaient seuls à utiliser la ligne. A cet effet, le distributeur sextuple, par exemple, est divisé en 162 contacts groupés par secteurs de six ; les contacts n° 1 de chaque secteur sont reliés ensemble et à un premier appareil ; les contacts n° 2 sont rattachés de même à un second appareil, et ainsi de suite jusqu'au sixième. Les contacts étant extrêmement petits les signaux transmis par chaque appareil, bien que hachés, gardent, à l'arrivée, une continuité apparente qui suffit pour qu'ils restent traduisibles.

Afin d'obtenir le synchronisme rigoureux indispensable à une telle correspondance, l'inventeur a employé, pour produire le mouvement, le moteur phonique, inventé vers 1865 par Paul Lacour : les branches d'un électro-diapason sont utilisées pour envoyer, à chacune de leurs vibrations, un courant dans un électro-aimant en regard duquel tourne une roue dentée, en fer, appelée *roue phonique* ; chaque aimantation exerce une action sur la dent qui se trouve à proximité : accélération si la dent s'approche des noyaux, retard si elle s'en éloigne, et la résultante de ces diverses actions est un mouvement uniforme ; on dispose, aux deux extrémités de la ligne, deux électro-diapasons vibrant à l'unisson pour obtenir le synchronisme. Toutefois, étant donné qu'il suffit d'une légère variation de température, par exemple, pour altérer le régime vibratoire de l'un des diapasons, un système correcteur assure les rectifications périodiques nécessaires.

Multiple Rowland. — Le quadruple Rowland, essayé en France, en Angleterre et en Allemagne (1900-1901) emploie, pour la transmission des signaux, les courants fournis par une machine génératrice de courants alternatifs : le distributeur est du type quadruple et comprend 48 contacts par couronne ; le balai de transmission est entraîné directement par l'axe de la généra-

trice et calé de telle sorte que son passage sur chaque contact correspond exactement à une demi-période. Le code des signaux est établi de la façon suivante : chaque secteur comprend 11 contacts, ce qui correspond à l'envoi sur la ligne de cinq périodes et demie, soit une suite de 11 ondes alternées ; chaque signal est formé par la suppression de deux ondes non consécutives de cette suite (fig. 18) ; on dispose ainsi d'un nombre de combinaisons égal à la somme des neuf premiers nombres $(1+2)$, soit 45.

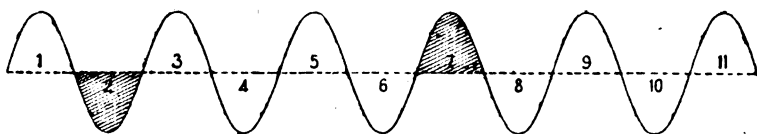


Fig. 18. — Formation d'un signal Rowland.

La transmission est effectuée à l'aide d'un clavier dont chaque touche produit la sélection des ondes à supprimer et est manœuvré en cadence, comme au Baudot manuel.

A l'arrivée, les courants alternés sont reçus dans un relais ; lorsqu'aucun signal ne parvient, l'armature de ce relais se déplace 11 fois entre ses deux butoirs pendant que le balai de réception parcourt un secteur ; dans ces conditions, elle envoie des courants, positifs par les contacts impairs et négatifs par les contacts pairs, dans 11 relais-combinateurs dont les armatures sont mises ainsi sur le butoir dit *de repos*. Si, par exemple, une onde paire est supprimée, le relais récepteur reste sur le butoir où l'a placé l'onde impaire précédente et envoie ainsi dans le relais pair correspondant un courant positif qui le place sur travail ; et inversement. Lorsque les balais ont franchi le secteur, l'ensemble des relais figure donc une combinaison de neuf armatures sur repos et deux sur travail ; la traduction en caractères typographiques a lieu à l'aide d'un dispositif analogue au combineur électrique de Baudot (v. p. 340).

L'impression a lieu sur une bande large de 15 cm., qui est amenée *au vol* contre une roue des types ; cette bande est perforée transversalement de distance en distance pour permettre de la détacher en feuilles après la réception de chaque message.

Le synchronisme est obtenu à l'aide d'une seconde armature que commande le relais récepteur : cette armature oscille, comme l'autre, suivant le rythme qui correspond à la fréquence des courants alternatifs venant de la ligne, et envoie des impulsions inversées dans un petit moteur alternatif, monté sur l'axe du récepteur et tournant avec lui sous l'action d'un moteur principal ; ces impulsions exercent une action régulatrice sur l'ensemble et, à la condition que le moteur principal ait été réglé, au préalable, pour une vitesse aussi voisine que possible de celle du correspondant, le moteur auxiliaire lui vient en aide lorsqu'il tend à rester en arrière ou freine quand il veut prendre de l'avance, et l'on obtient, en définitive, un synchronisme très précis.

Un tel système ne se prête pas à l'alternat, comme le quadruple Baudot (v. p. 339), c'est-à-dire que, pour établir une correspondance permanente entre deux postes, le montage en duplex est absolument indispensable. Il n'a pas été admis en France ni en Angleterre et a été abandonné en Allemagne après cinq ans d'essais ; la cause principale de cet insuccès réside dans les influences d'induction exercées par les courants alternatifs sur les circuits voisins. L'appareil Rowland était cependant encore utilisé, ces tous derniers temps, sur une ou deux lignes italiennes.

Système Baudot-Dubreuil. — Le système Dubreuil emploie des distributeurs et des relais identiques à ceux de Baudot ; il ne peut donc prétendre à un meilleur rendement de la ligne par rapport à ce dernier ; il vise seulement à augmenter le rendement individuel des opérateurs. Dans ce but, l'inventeur songea à utiliser, pour la préparation des combinaisons, un nombre de doigts plus grand que le Baudot : le nombre des combinaisons se trouverait considérablement accru, puisqu'il est égal à $2^n - 1$; on ne pouvait cependant songer au rendement maximum par l'utilisation des dix doigts, malgré l'attrait des 1023 combinaisons qu'on aurait trouvées, car la fatigue physique et cérébrale, qu'on aurait ainsi imposée au personnel, aurait entraîné, sans aucun doute, une dépréciation sensible du rendement.

On s'en est donc tenu à un clavier de huit touches, qui four-

nit le chiffre, déjà très intéressant, de 255 combinaisons ; afin de ne pas modifier du tout au tout le mode de traduction, ces huit

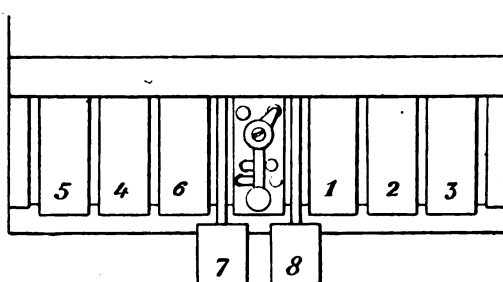


Fig. 19. — Manipulateur Dubreuil.

touches ont été divisées en deux groupes (fig. 19), l'un de 5, qui sert à former les 31 combinaisons du code Baudot ordinaire ;

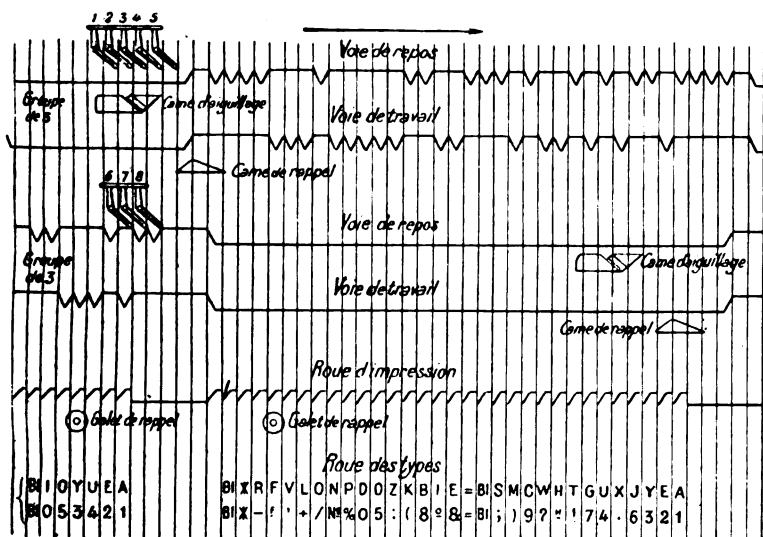


Fig. 20. — Développement du traducteur Dubreuil.

le second de trois touches, à l'aide duquel on peut exécuter sept combinaisons supplémentaires ; ces trois touches constituent simplement la répétition des trois premières du code Baudot ; elles

permettent donc de transmettre six voyelles et un blanc de séparation. En agissant simultanément sur les deux groupes, on peut expédier dans une même révolution des balais, deux lettres, l'une avec les cinq premières touches, l'autre avec les trois supplémentaires.

Le traducteur renferme deux combineurs, l'un correspondant au groupe de 31 combinaisons, l'autre à celui de 7 ; ils sont calés comme l'indique la figure 20, c'est-à-dire que les chercheurs de l'un entrent en action dès que ceux de l'autre ont terminé leur exploration ; la roue des types, développée au bas de la figure, porte également deux groupes de caractères, séparés par deux espaces vides, correspondant à l'aiguillage des chercheurs et au rappel au repos du bras d'impression.

Le traducteur Dubreuil ne diffère que peu du traducteur Baudot, aussi son entretien peut-il être confié, pour ainsi dire sans initiation préalable, aux dirigeants du Baudot ; les distributeurs à vingt contacts (triple Baudot) ou à 36 contacts (sextuple Baudot) peuvent devenir respectivement, et sans aucune modification, un double ou un quadruple Dubreuil. Des calculs exacts permettent d'évaluer le rendement d'un secteur Dubreuil au $\frac{5}{3}$ de celui d'un secteur Baudot.

Multiples Murray, Western-Union Telegraph Cy et Western-Electric Cy. — Le multiple Murray est un Baudot destiné à fonctionner exclusivement en duplex ; l'inventeur a cédé, en 1912, à la Western-Union Telegraph Cy, ses droits pour l'exploitation de ses brevets en Amérique ; cette Compagnie mit bientôt en service des installations munies de récepteurs construits par la Western-Electric Cy ; puis cette dernière établit à son tour des installations complètes, dont la ressemblance avec le Murray est frappante, de telle sorte qu'il serait assez délicat, après un tel enchevêtrement, de vouloir établir une démarcation bien nette entre les trois propriétés. C'est d'ailleurs ce que le Post Office anglais a renoncé à faire, puisque dans tous les contrats qu'il passe avec l'une ou l'autre des parties, il a toujours soin de men-

tionner qu'il entend rester étranger aux revendications qui pourraient surgir par ailleurs (1).

Quoi qu'il en soit, les distributeurs de cette catégorie sont dépourvus de contacts de propagation et aussi de contacts de correction (v. p. 339) : le synchronisme est maintenu *sans courants spéciaux*, suivant un dispositif inspiré de celui de Picard ; ce dispositif compliqué était tout indiqué sur les câbles sous-marins, où le triple frôle d'assez près la limite tolérée par ce genre de conducteurs ; sur les lignes aériennes, son emploi est discutable et fera l'objet, un peu plus loin, d'un examen spécial. La suppression des contacts de propagation exclut radicalement la possibilité d'alterner les transmissions à chaque révolution des balais et *impose l'emploi du duplex dans tous les cas* ; c'est là un autre point faible qui sera examiné en son temps.

Le code employé est celui de Baudot, mais l'alphabet est très différent, c'est-à-dire que les combinaisons ne correspondent pas aux mêmes lettres dans l'alphabet Baudot et dans celui qu'emploient les trois systèmes examinés. La transmission est exclusivement automatique et a lieu à l'aide de bandes perforées par un appareil genre machine à écrire et un transmetteur analogues à ceux de Carpentier (v. p. 343). L'avantage de la transmission automatique sur la transmission manuelle n'est pas à démontrer, tant au point de vue du rendement individuel qu'à celui de la fatigue résultant d'un travail donné.

Les traducteurs sont de différents types, mais tous donnent l'impression sur feuilles et non sur bandes ; les qualités et les inconvénients de ce mode de traduction seront également examinés plus loin.

Dispositifs permettant d'augmenter le rendement des lignes.

Il convient de mentionner ici divers dispositifs qui ne constituent pas, à proprement parler, des systèmes télégraphiques,

(1) *The Post Office Electrical Engineers' Journal*, avril 1917, p. 20.

mais qui concourent au même but que ceux qui viennent d'être examinés : augmenter le rendement des lignes. Ils peuvent, en principe, s'appliquer à tous les systèmes quels qu'ils soient.

Montage en Duplex. — On appelle *Duplex* les arrangements qui permettent de transmettre par le même fil et au même instant, deux signaux en sens inverse. Il importe de faire ressortir la différence essentielle qui existe entre le *duplex* et le *multiple* : quand on regarde fonctionner un multiple, les transmissions semblent *simultanées* alors qu'elles sont en réalité, *successives*.

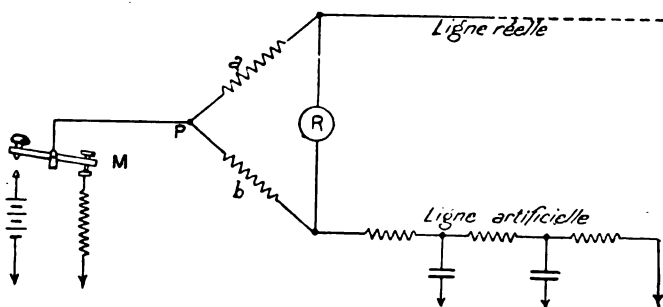


Fig. 21. — Duplex en pont de Wheatstone.

Dans le duplex, au contraire, les deux signaux de sens inverse peuvent être lancés à un moment rigoureusement le même, et tout se passe comme s'ils se chevauchaient au milieu de la ligne pour poursuivre chacun leur direction, l'un dans le sens AB, l'autre dans le sens BA. On compte un assez grand nombre de solutions à ce problème : la méthode la plus simple est celle du pont de Wheatstone :

Le manipulateur, M, est relié à la tête du pont, P (fig. 21), et le fil de la ligne à l'extrémité de l'une des branches, a ; à l'extrémité de l'autre branche, b, on rattache une *ligne artificielle*, composée de résistances et de capacités échelonnées ; le récepteur, R, est placé dans la diagonale. On équilibre le pont à la façon ordinaire, en agissant sur la ligne artificielle (les deux branches a et b restant invariables) jusqu'à ce qu'un galvanomètre,

mis à la place du récepteur R, reste insensible aux courants émis par le manipulateur. Dans ces conditions, la transmission n'influence pas le récepteur tant que le correspondant est au repos, mais, dès qu'il transmet, l'équilibre du pont est troublé et les courants qui traversent la diagonale font fonctionner le récepteur.

Multiplex Mercadier. — Le multiplex Mercadier est une application du principe établi, en 1860, par l'abbé Laborde, qui démontra que les courants ondulatoires de fréquences différentes, émis sur une même ligne, se superposent sans se confondre, et que chacun d'eux, traversant un certain nombre de récepteurs, met en vibration celui avec lequel il est accordé, et celui-là seulement.

Mercadier réussit à installer ainsi jusqu'à 12 transmissions Morse sur un même circuit à deux fils ; puis avec la collaboration de M. Magunna, qui fut aussi son continuateur, il parvint à superposer plusieurs appareils Hughes travaillant en courants ondulatoires et un Baudot, utilisant le courant continu.

La figure 22 représente schématiquement l'ensemble d'une installation : un certain nombre de diapasons, D, vibrant à des notes différentes et entretenus électriquement, engendrent chacun des courants ondulatoires dans le primaire d'un transformateur, T, dont le secondaire peut être mis en relation, par l'intermédiaire d'un manipulateur quelconque, Morse par exemple, avec un circuit commun, C. Lorsqu'on actionne l'un ou plusieurs de ces manipulateurs, les courants harmoniques sont amenés, par le circuit, C, dans le primaire d'un transformateur, T', qui comprend deux secondaires dont le rôle sera indiqué plus loin.

A l'arrivée, les courants sont renvoyés, par le transformateur différentiel, T'', dans le circuit commun de réception, C', où sont placés en série les différents récepteurs monotéléphoniques : chacun de ceux-ci vibre sous l'action des courants qui lui sont destinés. La réception Morse se fait au son ; pour le Hughes et autres systèmes, les monotéléphones sont agencés pour servir de relais et actionner, lorsqu'ils sont eux-mêmes mis en vibration, les récepteurs de ces appareils.

Les courants de transmission, lorsqu'ils traversent le transformateur T' , se reproduisent également dans le secondaire de gauche et traversent le secondaire du même côté du transformateur T'' . La ligne artificielle, L , permet de régler l'intensité du courant qui circule dans ce *circuit d'extinction* et de le rendre égal à celui du circuit de ligne ; on décale l'un par rapport à

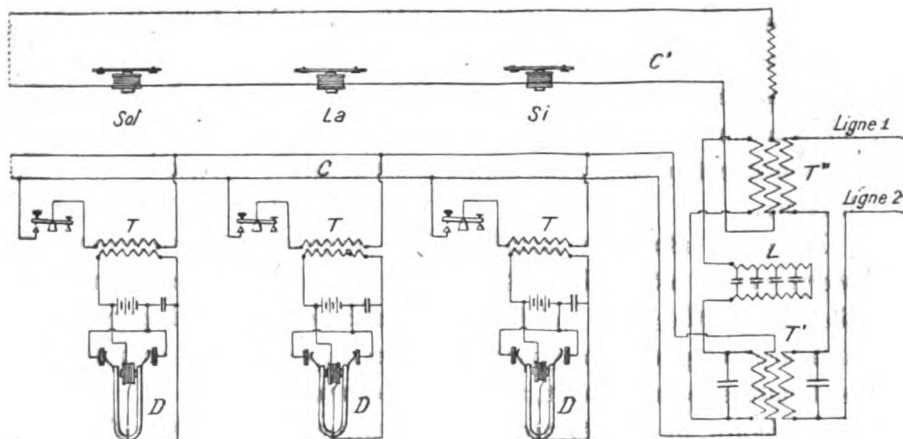


Fig. 22. — Multiplex Mercadier.

l'autre, d'une demi-période en faisant varier le rapport des capacités de deux condensateurs placés à droite et à gauche du transformateur T' : les deux actions sur le circuit de réception, C' , s'annulent et ce circuit reste muet ; si, au même moment, le correspondant transmet, soit avec les mêmes notes, soit avec d'autres, les signaux se croisent avec les précédents, dans chaque installation, sans s'influencer réciproquement. On peut ainsi, sur un même circuit, effectuer dans les deux postes autant de transmissions et de réceptions qu'il y a de manipulateurs et de récepteurs.

Dispositifs divers. — Dans le même ordre d'idées, on peut encore citer divers dispositifs, qui permettent d'échanger plusieurs

transmissions simultanées à l'aide d'appareils de différents systèmes : tels sont le *dispositif de Pierre Picard*, à l'aide duquel on superpose une transmission en courants vibrés et une en courant continu ; les *dispositifs de télégraphie et de téléphonie simultanées*, qui utilisent les circuits téléphoniques en exploitation pour les transmissions télégraphiques, etc.

Comparaison entre les différents systèmes.

Les différents systèmes de télégraphie rapide, qui viennent d'être énumérés, peuvent être comparés entre eux, soit au point de vue du mode de transmission, soit à celui du code de signaux qu'ils emploient, soit enfin par des qualités ou des défauts spéciaux à chacun d'eux. Il est bien entendu que tous, sans exception, fonctionnent de façon parfaite et que, par suite, ce facteur n'entrera pas en ligne de compte ; pas davantage on ne fera état de ce qu'ils sont ou ne sont pas exploités en duplex : en effet, contrairement à un préjugé entretenu par les promoteurs de certains systèmes, il ne faut pas perdre de vue que *c'est la ligne qu'on duplexe et non l'appareil*, et l'on doit admettre, en principe, que tous sont susceptibles de fonctionner en duplex lorsque la ligne est duplexable ; si quelques-uns d'entre eux sont utilisés en simplex, cela tient uniquement à des considérations d'exploitation et il serait absolument erroné d'en tirer une autre conclusion.

Systèmes automatiques et systèmes multiples. — La transmission automatique étant employée dans les installations multiples, il importe d'établir une terminologie qui évite toute confusion : on appellera donc *automatiques simples* les systèmes dans lesquels un seul appareil transmetteur écoule le travail préparé par plusieurs opérateurs, et *automatiques multiples* ceux dans lesquels la transmission est effectuée par secteurs indépendants.

Dans les systèmes automatiques simples, la composition préalable permet d'alimenter au maximum les lignes à grand trafic ;

il suffit de préposer à cet effet un nombre suffisant d'opérateurs pour que l'appareil transmetteur ne chôme jamais ; au point de vue du travail fourni par ceux-ci, l'emploi de claviers agencés comme des machines à écrire offre le double avantage d'un apprentissage très court et d'un meilleur rendement individuel.

A côté de ces qualités incontestables, la transmission automatique simple présente l'inconvénient de retarder sensiblement l'acheminement des télégrammes, par comparaison avec les autres modes de transmission. Voici, en effet, les étapes que chacun d'eux doit suivre :

1° On le perfore. Cette opération se fait par séries de cinq ou de dix télégrammes, de sorte que le premier attend nécessairement la terminaison du dernier avant de pouvoir être remis au *dirigeur* chargé du transmetteur automatique.

2° La série perforée attend son tour de transmission ; ce temps peut être assez long si la ligne n'est pas exploitée en duplex et si la série est remise pendant que le poste reçoit.

3° Elle est engagée dans le transmetteur automatique.

4° Une fois reçue à l'autre poste, elle est détachée, enregistrée, et attend son tour de traduction (cas du Wheatstone, où la transcription est faite manuellement). Ce délai peut, il est vrai, être abrégé si l'on dispose d'un nombre d'employés suffisant pour qu'on en trouve toujours un de disponible au moment où la série est reçue ; mais, dans ce cas, le rendement moyen du personnel se trouve sensiblement diminué.

Le temps qui s'écoule entre la perforation au départ et la transcription à l'arrivée et qui, dans les conditions les plus favorables, n'est pas inférieur à 20 minutes, constitue ce qu'on pourrait appeler le *retard normal* subi par tout télégramme arrivant sans encombre. Mais si une altération quelconque vient à être constatée, qu'elle provienne d'une fausse touche du dactylographe ou de la lecture incorrecte d'un texte mal écrit, ou bien encore qu'elle ait pour cause une défaillance de l'appareil ou de la ligne, le *retard normal* se trouve considérablement aggravé : la demande de rectification doit suivre toute la filière indiquée pour les télégrammes. Lorsqu'elle est parvenue à l'autre poste et

remise au dactylographe intéressé, celui-ci a déjà perforé bon nombre d'autres séries, parmi lesquelles il doit rechercher la copie à rectifier, d'où une nouvelle perte de temps. Lorsqu'il l'a trouvée, la répétition du passage tronqué reprend le même chemin en sens inverse ; bref, on peut dire que tout télégramme incidenté est un télégramme *sacrifié*, même si l'on excepte le cas de malentendu toujours possible, par suite de demandes ou de réponses trop abrégées, par exemple. Dans ce dernier cas, il n'est pas rare que les deux dirigeants doivent suspendre la transmission automatique et s'entendre, à l'aide de la transmission manuelle, pour liquider une situation embrouillée, ce qui arrête complètement le trafic et déprécie d'autant le rendement moyen.

Ce tableau n'est pas noirci à plaisir, non seulement, il résulte de l'expérience acquise autrefois en France, mais son exactitude est confirmée par le service anglais qui, jusqu'à ces temps derniers, a fait usage du Wheatstone et de systèmes similaires (1). Le retard normal est un peu diminué lorsqu'on travaille en duplex, en ce sens que les télégrammes à transmettre et les rectifications n'ont pas à attendre qu'on ait fini de recevoir ; quoi qu'il en soit, si l'on veut, non pas supprimer mais seulement atténuer les retards, on doit augmenter le nombre des opérateurs et surtout créer des postes spéciaux pour la recherche des rectifications (2), d'où une diminution sensible du rendement individuel moyen et une exploitation plus onéreuse.

Au Baudot, avec la transmission manuelle, une lettre manipulée est aussitôt imprimée au poste correspondant et le retard normal se trouve absolument nul ; avec la transmission automatique par secteurs, il demeure à peu près négligeable, car on n'a jamais à attendre un tour de rôle pour transmettre ; de plus il n'est pas nécessaire qu'une série soit entièrement perforée pour engager la bande dans le transmetteur automatique : elle peut y être introduite dès qu'elle atteint une longueur de 40 à 50 cm., c'est-à-dire après une ou deux minutes ; et,

(1) *The Post Office Engineers' Journal*, avril 1917, p. 14.

(2) *The Telegraph and Telephone Journal*, décembre 1916, p. 40.

comme un dactylographe frappe toujours plus de trois lettres par seconde (vitesse de rotation des balais), il prend toujours de l'avance sur l'appareil. A l'arrivée, le retard normal devient nul, la réception ayant lieu dans les mêmes conditions qu'avec la transmission manuelle.

Les secteurs Baudot sont groupés par paires, comprenant chacune une transmission et une réception : les demandes de rectifications sont transmises entre deux télégrammes et arrivent immédiatement à l'agent transmetteur de l'autre poste ; elles concernent donc toujours un télégramme de la série en cours ou l'un des derniers de celle qui vient d'être terminée, et les pertes de temps sont réduites au minimum ; enfin, les désaccords ou malentendus, s'il vient à s'en produire, sont réglés *directement* par les intéressés, ce qui en abrège considérablement la durée.

Code Morse et Code Baudot. — Chaque code de signaux a une capacité de rendement qui lui est propre et il s'ensuit que deux appareils, fonctionnant également bien, peuvent avoir des qualités très différentes suivant leur mode de formation des signaux.

Si on laisse de côté les chiffres et les signes de ponctuation, dont l'usage est relativement restreint, on trouve que le code Morse comprend 30 lettres, représentant 98 signaux, soit 49 points et 49 traits. Or, si l'on appelle *moment* le temps minimum qu'on doit donner à une émission, pour qu'elle soit enregistrée correctement à l'extrémité d'une ligne donnée, on voit qu'un point représente deux moments, un pour le courant de travail et un pour le courant de repos qui suit, soit, pour les 49 points de l'alphabet, 98 moments ; les traits, trois fois plus longs, et suivis d'un courant de repos, absorbent 4 moments, soit pour 49 traits, 196 moments, et l'on obtient ainsi pour l'alphabet entier, sans espacement des lettres, 294 moments, ou une moyenne de 9,8 par lettre.

Si l'on tient compte de ce que les lettres les plus usitées ne comprennent qu'un nombre restreint de signaux, cette moyenne se trouve ramenée à 7, dans l'hypothèse où les chiffres seraient

transmis exclusivement en abrégé (ce qui n'est pas toujours le cas) et où les signes de ponctuation seraient assez rarement employés pour que la majoration qu'ils entraînent devienne négligeable.

Cette moyenne de 7 moments doit être augmentée de deux, pour l'espacement des lettres, égal à un point, ce qui l'établit à 9. Si la transmission est comptée en mots de 5 lettres, comme on l'admet généralement, il faut encore ajouter 6 moments pour l'espacement des mots (3 points), ce qui donne un total par mot de $(5 \times 9) + 6 = 51$ moments.

Si donc, une ligne est susceptible de supporter n émissions par minute, le rendement théorique, avec le code Morse, ressort à $\frac{n}{51}$ mots.

Avec le code Baudot, la formation d'une lettre, d'un chiffre ou d'un signe quelconque exige 5 moments, sans majoration, puisque la progression est opérée mécaniquement; si l'on compte, comme précédemment, les mots pour 5 lettres, on aura donc 25 moments auxquels il faudra en ajouter 5 pour le blanc soit, au total, 30 moments pour un mot. Sur une ligne pouvant recevoir, comme ci-dessus, n émissions, on pourra transmettre dans une minute, $\frac{n}{30}$ mots.

Il résulte de cette comparaison que, toutes choses égales d'ailleurs, on améliorera le rendement en choisissant le code Baudot; si, par exemple, $n = 6000$ par minute, les codes Baudot et Morse pourront donner respectivement 200 et 117 mots, ce qui fait ressortir à l'avantage du premier 83 mots par minute, soit un bénéfice d'environ 71 %.

Autres codes. — Deux systèmes, parmi ceux qui ont été examinés ici, emploient d'autres codes que ceux de Morse et de Baudot, ce sont le Rowland et le Pollak-Virag.

Le Rowland (v. p. 348) emploie des courants alternatifs d'environ 100 périodes; chaque lettre est formée de 11 demi-périodes dont deux sont supprimées. La fréquence du courant alternatif,

qui circule dans la ligne et dans le relais récepteur, ne saurait être modifiée par les qualités électriques de ceux-ci et, dans ces conditions, la vitesse de transmission n'est limitée que par l'inertie mécanique du relais. Or, le système, tel qu'il a été expérimenté, ne donne pas un rendement supérieur à celui du Baudot ; on est donc fondé à penser que l'inventeur n'a pas tiré tout le parti possible du principe dont il a tenté l'application.

Le Pollak-Virag est, sans conteste possible, le plus rapide de tous les appareils actuellement connus ; cette supériorité tient à ce que les deux récepteurs téléphoniques n'ont que 50 millihenrys de self et 200 ohms de résistance ; leur constante de temps, $\frac{L}{R}$, ne dépasse pas 0,00025 seconde, tandis que celle d'un relais Baudot atteint $\frac{1,3}{200} = 0,0065$, si l'on ajoute à cela que l'inertie mécanique des membranes est pratiquement inappréciable, on voit que ce système possède des qualités de rapidité incomparables.

Conclusion provisoire. — De l'analyse qui précède, il résulte que la préférence doit se porter :

1° Vers les systèmes à transmission multiple ;

2° Vers ceux qui emploient le code Baudot, le Rowland et le Pollak-Virag étant éliminés pour des raisons auxquelles le code employé reste étranger.

On se trouve amené, finalement, à établir la comparaison définitive entre les systèmes multiples à code Baudot, c'est-à-dire le Baudot, le Murray, le Western-Union et le Western-Electric.

Système Baudot et systèmes anglo-américains. — La similitude frappante, déjà signalée, qui existe entre les systèmes Murray, Western-Union et Western-Electric, leur donne des qualités et des défauts communs ; il sera donc avantageux, pour la facilité de la comparaison qui va suivre, de les grouper sous l'appellation générale de *systèmes anglo-américains*. Il est à peine besoin d'ajouter que ladite comparaison sera faite en se gardant, avec un égal souci, de deux sentiments inadmissibles

dans une discussion technique : le nationalisme étroit qui consisterait à défendre le Baudot envers et contre tous, simplement parce qu'il est français, et le *snobisme*, qui incite certaines gens à s'extasier, sans contrôle préalable, devant tout ce qui vient de l'étranger. Les conclusions qui en seront tirées auront, tout au moins, le mérite d'être absolument impartiales.

Transmetteurs. — La transmission manuelle a été, jusqu'ici, exclusivement usitée au Baudot ; des essais de transmission automatique, avec le système Carpentier, ont été faits, il est vrai, dès 1903 ; mais ces essais ont eu lieu dans de mauvaises conditions, qui n'ont pas permis de conclure dans un sens ni dans l'autre, et l'Administration se proposait de reprendre les expériences de façon plus normale ; après un retard dû à la guerre, elles vont avoir lieu très prochainement et mettront en concurrence les différents systèmes actuellement en usage ; il n'est pas douteux qu'une solution définitive pourra alors intervenir. La transmission automatique par secteurs, en effet, est avantageuse, tant au point de vue du rendement par opérateur qu'à celui de la fatigue correspondant à un travail donné. En outre, ainsi qu'il a été mentionné plus haut (v. p. 359), elle échappe, presque complètement, aux critiques qui s'appliquent à la transmission automatique simple, telle qu'on la pratique au Wheatstone, par exemple.

Récepteurs. — Le traducteur Baudot, simple, robuste et d'un réglage facile, donne toute satisfaction ; toutefois, il imprime sur bande, alors que les appareils anglo-américains traduisent sur feuilles.

La question de l'impression en colonne a été très controversée : elle affranchit l'agent réceptionnaire du collage des bandes qui, il faut le dire, n'entre que pour une très faible part dans l'ensemble de son travail, le comptage des mots, la vérification des collationnements, les demandes de rectification et la notification de celles-ci constituant, en réalité, le plus clair de ses préoccupations.

D'un autre côté, pour ce qui concerne les télégrammes à distribuer au public, la bande portant l'adresse du destinataire est collée directement sur la patte de la formule bleue, qu'il suffit de plier ensuite pour que la correspondance soit parfaitement à l'abri des indiscretions. Si l'on reçoit en feuilles, l'adresse doit être transcrite sur une enveloppe et, sans parler des chances d'erreurs ou d'interversions qu'entraîne cette transcription, on y perd amplement le bénéfice qu'on prétend trouver dans la suppression du collage des bandes.

L'impression sur feuilles n'augmente donc pas le *rendement-agent* ; par contre, elle *diminue* le *rendement-ligne* : en effet, elle rend nécessaire l'emploi de signaux accessoires, tels que l'inversion indépendante du blanc, soit deux signaux pour passer d'un groupe de lettres à un groupe de chiffres, le retour en arrière du chariot arrivé au bout de sa course, le changement de ligne, distinct du précédent et employé non seulement quand on ramène le chariot à son point de départ, mais encore répété un nombre plus ou moins grand de fois après chaque télégramme, pour dégager la feuille et permettre de la couper à une dimension convenable. Cette perte de rendement, dans le traducteur Murray, atteint 7 à 8 % et, dans celui de la Western-Electric, n'est pas inférieure à 15 %.

On a dit encore que les copies imprimées sur feuilles sont plus présentables pour être remises au public ; ceci est vrai pour les télégrammes parvenant sans encombre, mais il n'en est pas de même pour ceux qui arrivent incorrects : dans ce cas, la rectification doit être faite à la plume et, si elle est importante, ou si l'aspect du télégramme doit y perdre par trop, on n'a pas d'autre ressource que de faire répéter le message en entier, d'où une nouvelle perte de rendement (1).

Actuellement, en France, les différentes catégories de télégrammes, arrivée, transit, priorité, mandats, sont différenciées par la couleur des formules sur lesquelles on colle les bandes

(1) *The Telegraph and Telephone Journal*, décembre 1916.

(respectivement bleues, roses, jaunes, vertes), ce qui facilite grandement le tri et évite les fausses directions; l'impression sur feuilles supprime cette différenciation, et, avec elle, un avantage certain.

Le traducteur Kleinschmidt, employé par la Western-Union, présente une certaine analogie avec le traducteur Eglin, sauf qu'il imprime sur feuilles; il a l'aspect extérieur d'une machine à écrire dans laquelle le clavier est remplacé par cinq réglettes, avec entailles et saillies constituant un combinateur basé sur le même principe que celui de Baudot; il est très délicat et sujet à de fréquents dérangements.

La Western-Union fait également usage d'un traducteur Morkrum, comportant une roue des types avec deux séries de caractères et un dispositif d'inversion; le combinateur présente cette particularité qu'il est composé seulement de quatre plaques avec encoches et reliefs; il ne sélectionne donc que 16 combinaisons; le cinquième électro-aimant détermine la rotation de la roue des types, soit à droite, soit à gauche, et d'un nombre de divisions déterminé par la combinaison du mouvement des plaques, ce qui constitue le cinquième élément de sélection; les plaques et le dispositif de rotation de la roue des types sont commandés par un mécanisme de percussion et de détente analogue à celui des armes à feu, ce qui assure une grande rapidité aux mouvements; plus robuste que le précédent, il est aussi plus compliqué.

Le traducteur de la Western-Eléctric est à fonctionnement entièrement électrique; il est très volumineux et extrêmement compliqué; en outre des pièces purement mécaniques, il ne comprend pas moins de 26 relais ou électro-aimants, une quarantaine de contacts électriques, des shunts pare-étincelles, une bobine de self, etc.; la roue des types est petite et fragile; l'ensemble est délicat et d'un entretien difficile et coûteux.

A ce point de vue particulier, dont l'importance sera indiquée plus loin, le traducteur Baudot est d'une simplicité et d'une robustesse incomparables : il comprend, en tout et pour tout, 6 électro-aimants (compris l'électro-frein), 5 leviers aiguilleurs,

5 leviers chercheurs et 2 disques combinateurs. Le système de déclenchement et d'impression, placé à l'extérieur, est simple et facilement accessible pour le réglage et l'entretien.

Le traducteur Eglin est également très simple; il ne comprend que 7 électro-aimants; il imprime il est vrai sur bande, mais il semble qu'on pourrait lui adjoindre l'impression en pages sans le compliquer très sensiblement.

Distributeurs. — Le moteur et le régulateur Baudot sont remplacés, dans les appareils anglo-américains, par le moteur à roue phonique déjà employé, en 1885, par Delany; bien que le régulateur Baudot donne un isochronisme *absolument parfait*, son réglage est quelque peu délicat et, en outre, il ne se prête pas facilement aux changements de la vitesse de régime; l'adaptation au Baudot de la roue phonique serait avantageuse sur les installations qui seront munies de la transmission automatique: en effet, avec la transmission manuelle, il y aurait inconvénient à modifier la vitesse, car on dérouterait les manipulants accoutumés à un certain rythme; avec la transmission automatique, au contraire, on pourrait mieux adapter la vitesse à l'état de la ligne et l'on y gagnerait certainement dans beaucoup de cas.

Le fonctionnement mécanique de la correction est à peu près identique dans les différents systèmes étrangers, qui se sont largement inspirés de celui de Baudot; au point de vue électrique, toutefois, la correction anglo-américaine peut fonctionner plusieurs fois par tour, ce qui lui donne, en apparence tout au moins, une plus grande précision; il est à remarquer, cependant, que le synchronisme au Baudot est *irréprochable*, bien que la correction ne puisse fonctionner, au maximum, qu'une fois par tour; cela tient, sans aucun doute, à ce que l'écart, qui apparaît à la fin de chaque révolution, est la somme algébrique de tous ceux qui se sont produits depuis la dernière correction; et comme cette somme algébrique ne dépasse guère un angle de 1° , on voit qu'il n'y a pas intérêt à multiplier le nombre des corrections. Enfin, en ce qui concerne la suppression des contacts spéciaux de correction, le dispositif de Pierre Picard se justifie sur les câbles

sous-marins, où il a permis de remplacer, avec une majoration de trois contacts seulement, le double à 12 contacts par le triple à 15 : les contacts de correction au double, représentaient donc $1/6$ du total, la même suppression, au sextuple Baudot employé sur la ligne Paris-Marseille (32 contacts à la transmission) ne donnerait qu'un bénéfice de $1/16$. Par contre, la correction sans courants spéciaux nécessite deux couronnes de plus au distributeur et trois relais employés exclusivement à la correction. D'une façon générale, le système correcteur anglo-américain est beaucoup plus compliqué que celui du Baudot ; il est donc plus sujet à dérangement, et cela sans avantage tangible.

La suppression des contacts de propagation (v. p. 339) est une modification franchement mauvaise, car, à côté du mince bénéfice qu'elle procure, au point de vue de l'utilisation de la ligne, elle rend obligatoire l'emploi du duplex pour assurer la communication dans les deux sens à la fois. Or, avec le réseau aérien, tel qu'il existe en France, le duplex, au delà de 400 km. devient extrêmement aléatoire, c'est-à-dire que, pour les communications de Paris avec les grands centres, tels que Lyon, Marseille, Nice, Montpellier, Toulouse, Bordeaux, etc., il n'y faudrait pas songer. En outre, les distributeurs anglo-américains ne permettent pas de répartir les secteurs au gré des nécessités du trafic : un *double* en duplex, à supposer qu'il fonctionne bien avec Montpellier, ce qui n'est nullement démontré, donnerait bien quatre transmissions simultanées, comme le *quadruple Baudot actuel*, mais celles-ci seraient obligatoirement réparties à raison de deux dans chaque poste, même si le travail y est également abondant, tandis qu'avec le quadruple simple, on peut à volonté donner trois transmissions au poste le plus encombré, l'autre n'en conservant momentanément qu'une seule. En un mot le système anglo-américain est *rigide*, tandis que le Baudot s'assouplit aux besoins du moment, et il en résulte une meilleure utilisation, c'est-à-dire finalement, un meilleur rendement.

Rendement. — Ainsi qu'il a été dit plus haut, le facteur *duplex* ne doit pas entrer en ligne de compte pour la comparai-

son qui va suivre, attendu que le Baudot, sur une ligne donnée, peut être aussi facilement duplexé que ses concurrents et que, si ce mode d'arrangement n'est que peu employé en France, c'est uniquement, parce que les nécessités du trafic ne l'exigent pas et que, d'autre part, le réseau aérien ne s'y prête que sur des distances assez restreintes (1).

Le nombre d'émissions qu'on peut envoyer, dans un temps donné, dépend essentiellement des constantes, capacité et self, de la ligne sur laquelle on opère; d'autre part, le code étant le même, le rendement théorique des différents systèmes en présence doit être rigoureusement identique. On pourrait objecter que le distributeur quadruple Baudot a 24 contacts et que ses concurrents n'en ont que 20. Cette différence est plus apparente que réelle pour diverses raisons : d'abord parce qu'il est de notoriété courante que le duplex, obligatoire avec les appareils anglo-américains, entraîne toujours une diminution de la vitesse, par rapport à la transmission simple; ensuite parce que le quadruple, même avec les vitesses usitées par ces mêmes appareils, n'utilise pas complètement les lignes; enfin, parce qu'on reperd ce bénéfice et au delà, par suite de l'impression en feuilles : signaux spéciaux pour les mouvements du chariot, transcription des adresses pour les copies d'arrivée, répétition des télégrammes tronquées, etc. (v. p. 364).

L'augmentation du nombre de révolutions des balais est *absolument illusoire* à tous les points de vue; en ce qui concerne le rendement de la ligne, le nombre de lettres, $\frac{n}{5}$, qu'on peut transmettre dans un temps donné (v. p. 361) est aussi le produit du nombre de secteurs employés par le nombre de tours des balais : ainsi un quadruple anglo-américain tournant à 250 tours par minute, est susceptible d'émettre $20 \times 250 = 5.000$ signaux; or, sur la ligne Paris-Marseille, le sextuple à 30 contacts, à la vitesse de 180 tours, donne $30 \times 180 = 5.400$ signaux; pour

(1) V. *Annales des Postes, Télégraphes, Téléphones*, juin 1917, p. 248 et suiv.

arriver à donner un chiffre égal, le Murray ou le Western devrait tourner à 270 tours par minute. Si le Siemens n'avait pas son rendement pratique limité par son système imprimeur, il tournerait à 1.000 tours, comme l'avaient annoncé ses inventeurs, et enverrait sur la ligne 5.000 émissions; il donnerait ainsi sensiblement le rendement intangible assigné à tous les systèmes de la même catégorie. En réalité, au point de vue de la ligne, l'augmentation de la vitesse n'a pas d'autre but que de compenser l'incomplète utilisation, déjà signalée, que donne le quadruple à 180 tours; et si les promoteurs de ces systèmes s'avisait un jour de construire des sextuples, ils seraient dans l'obligation de les maintenir, comme le Baudot, aux environs de 200 tours; ou encore, si l'on plaçait des quadruples Western ou Murray sur des lignes dépassant la portée normale d'un sextuple Baudot, on serait amené à réduire proportionnellement la vitesse au fur et à mesure que ces lignes deviendraient plus longues.

On peut donner d'ailleurs une preuve *actuelle* de cette affirmation : les relations Paris-Londres ont nécessité l'emploi au Baudot des câbles de Dieppe et du Havre; on a donc installé au Poste central de Paris, un triple Baudot *duplex*, à 17 contacts, par Dieppe, et, dans le bureau américain, un triple Western-Union, également duplex, à 15 contacts, par le Havre. Or, le Baudot tourne à 180 tours par minute et le Western à ... 155 ! Il serait sans doute injuste de tirer de là des conclusions trop défavorables au Western, mais on reconnaîtra tout au moins, qu'à contingences égales, le Baudot soutient assez bien la comparaison.

L'augmentation de la vitesse donne-t-elle un bénéfice au point de vue du rendement individuel des opérateurs ? Là encore, on peut répondre négativement; en effet, à 180 tours, l'agent réceptonnaire est alimenté de façon complète; peut-être, avec l'impression sur feuilles pourrait-on pousser la vitesse jusqu'à 200 ou 210 tours, comme on le fait actuellement dans quelques agences de journaux; mais, au delà de cette limite, on tomberait dans l'inconvénient qui a marqué les expériences au Baudot-Dubreuil : lorsque le transmetteur débitait de 230 à 240 lettres

par minute, l'agent préposé à la réception était débordé et l'on devait le faire aider; cette collaboration sur un même secteur ne va d'ailleurs pas sans inconvénient; quoi qu'il en soit, si un quadruple anglo-américain, comprenant normalement quatre opérateurs, se trouvait dans ces conditions de vitesse, on devrait compter, au bas mot, un agent supplémentaire pour aider les deux réceptionnaires; en ajoutant un dirigeur, nécessaire à cause du duplex (v. p. 380), on trouve au total six agents; or, au sextuple Baudot, on doit compter six agents pour desservir les secteurs; un seul dirigeur s'occupant de deux sextuples, on arrive au total de 6,5 pour chaque installation. Enfin, si l'on tient compte que la réception sur feuille exige l'insertion des copies d'arrivée dans des enveloppes et la transcription des adresses (v. p. 364), il n'est pas exagéré d'estimer que la demi-unité restante est largement absorbée par ce travail supplémentaire, et l'on voit que, finalement, le bénéfice de la vitesse est, là encore, un simple trompe-l'œil.

Au point de vue du matériel, il n'est pas douteux que les appareils, tournant plus vite, s'usent dans la même proportion en ce qui concerne les axes; quant aux pièces qui travaillent par chocs, la puissance vive variant en raison du carré de la vitesse, il est permis de penser qu'elles s'usent proportionnellement plus vite; enfin, l'encombrement d'un quadruple ainsi exploité doit logiquement être le même que celui d'un sextuple Baudot, puisqu'il faut asseoir autour le même nombre d'agents. Ainsi donc, la vitesse plus grande usitée aux appareils anglo-américains *ne procure de bénéfice à aucun point de vue*, bien qu'elle puisse, *a priori*, faire croire à une supériorité réelle.

L'obligation de travailler en duplex est également de nature à diminuer le rendement pratique, non seulement à cause des arrêts inévitables qu'il entraînerait sur de longues lignes aériennes, mais encore à cause de la *rigidité* signalée plus haut, et qui interdit de répartir les secteurs suivant les besoins (v. p. 367).

Particularités spéciales au Baudot. — De ce qui précède, il

résulte que les systèmes anglo-américains ne présentent aucun avantage tangible sur le Baudot muni de la transmission automatique. Par contre, les mille adaptations auxquelles le Baudot a pu se prêter, grâce à cette souplesse qui manque à ses concurrents, lui donnent sur ceux-ci une supériorité incontestable ; la liste serait trop longue des divers modes d'échelonnement qui répondent chacun à des problèmes différents ; mais il est un domaine dans lequel il a donné des résultats incomparables : c'est celui des *retransmetteurs*.

Le retransmetteur n'est autre chose qu'un manipulateur automatique, pour la manœuvre duquel les doigts d'un opérateur sont remplacés par des armatures d'électro-aimant. Si, par exemple, sur la ligne Paris-Wien, trop longue pour être exploitée en direct, on place un poste translateur tel que Brégenz, celui-ci reçoit de Paris tout comme si les signaux lui étaient destinés, c'est-à-dire avec la rectification résultant de l'écourtement des contacts ; les armatures des électro-aimants récepteurs sont agencées de telle sorte que chacune d'elles, lorsqu'elle est actionnée, abaisse une touche du manipulateur-retransmetteur relié à la ligne côté Wien ; les signaux sont ainsi réexpédiés comme ils le seraient avec un relais ordinaire, mais avec cette différence essentielle, qu'ils sont *rectifiés* ; en effet, ces signaux, dans leur parcours Paris-Brégenz, ont subi des déformations plus ou moins importantes, suivant l'état de la ligne et les influences de voisinage ; un relais ordinaire reproduirait fidèlement ces déformations, et, comme d'autres viendraient s'y ajouter dans le parcours Brégenz-Wien, les signaux risqueraient de parvenir absolument méconnaissables à l'arrivée ; avec les retransmetteurs, c'est, en réalité, une manipulation nouvelle qui a lieu à Brégenz, tout comme si elle était faite manuellement, à la façon des transits ordinaires, et les seules déformations à rectifier à l'arrivée à Wien sont celles qu'ont subies les signaux dans la dernière section de la ligne. Baudot, avait, il est vrai, imaginé une translation rectificatrice donnant de bons résultats, mais la dernière solution est plus simple et d'une efficacité absolument exempte d'aléas.

Le poste intermédiaire peut, à chaque instant, contrôler la régularité des correspondances échangées et intervenir en temps utile, sans déranger en rien les postes extrêmes; si l'une des sections de la ligne se trouve interrompue, et en attendant qu'elle soit réparée ou remplacée, l'intermédiaire n'a qu'un commutateur à tourner pour prendre immédiatement la place de l'extrême défaillant, et recevoir de l'autre, en transit, le trafic qu'il achemine ensuite au mieux de ses possibilités : l'impraticabilité de l'une des sections n'entraîne donc pas l'immobilisation de l'autre, comme cela a lieu avec les autres systèmes.

Des installations semblables ont permis de relier directement au Baudot, Londres avec Milan et même avec Rome; cette dernière communication (2.000 km. en chiffres ronds) comprend des retransmissions automatiques à Paris, Lyon et Turin, et fonctionne d'une façon parfaite; elle a rendu d'inappréciables services pendant la guerre; elle démontre que, théoriquement, *la portée des retransmetteurs est illimitée* puisque, dans chaque poste intermédiaire, les signaux arrivant déformés sont réexpé-

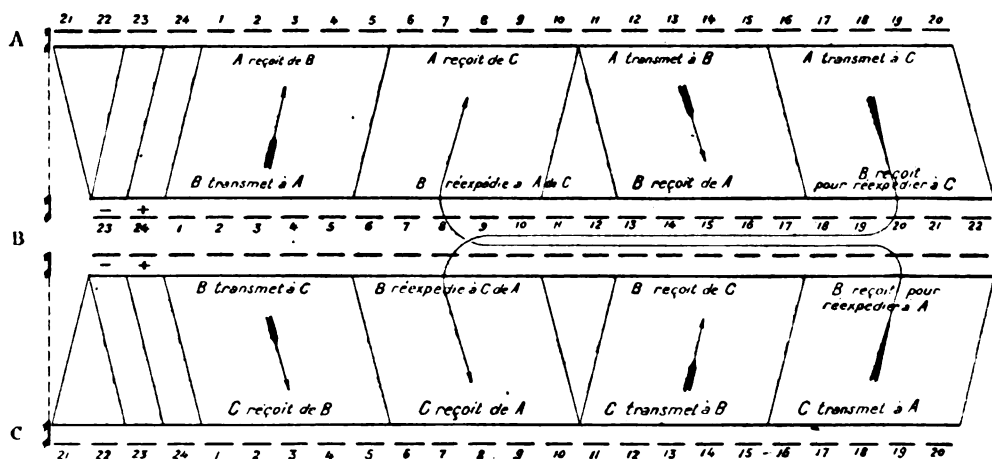


Fig. 23. — Diagramme de trois postes échelonnés, au Baudot quadruple, avec retransmetteurs automatiques.

diés corrects, et que, d'autre part, le temps de propagation n'entre en ligne de compte que pour chaque section prise en par-

ticulier et ne se totalise pas pour l'ensemble de la ligne (v. à cet égard le diagramme fig. 23). Le jour où l'on sera assuré contre les interruptions des lignes, on réalisera, si on le veut, une communication Paris-Wladiwostock ou Paris-Saïgon, et c'est une éventualité à laquelle *aucun système au monde* ne peut actuellement prétendre.

Les retransmetteurs permettent également d'utiliser des conducteurs existants, dont la capacité de rendement est incomplètement exploitée, pour constituer, *sans aucun frais de ligne*, des communications nouvelles; par exemple, avec les fils Lyon-Montpellier et Montpellier-Toulouse, on a pu relier directement Lyon et Toulouse, tout en continuant les relations auxquelles ces fils étaient destinés, et réaliser ainsi une économie de près de 600 km. de fil de ligne; la figure 23 donne le diagramme de l'installation, où l'on trouve, au total :

2	transmissions	Lyon-Montpellier,
2	»	Lyon-Toulouse,
2	»	Montpellier-Toulouse.

Enfin, dans le même ordre d'idées, on peut, avec les retransmetteurs, bifurquer sur deux directions différentes les transmissions effectuées sur une ligne, et faire entrer quatre postes en combinaison; par exemple, Bordeaux communique normalement, par deux secteurs Baudot, avec Bayonne et avec Biarritz; il a suffi d'immobiliser un fil Paris-Bordeaux pour relier Paris à ces deux dernières villes, sans réduire en rien leurs moyens d'action avec Bordeaux; la figure 24 montre, schématiquement, la réalisation de cette remarquable combinaison, qui donne simultanément :

2	transmissions	Paris-Bayonne,
2		Paris-Biarritz,
2		Bordeaux-Bayonne,
2		Bordeaux-Biarritz.

L'économie de conducteurs ainsi réalisée, déduction faite du fil commun Paris-Bordeaux, ressort à un peu plus de 1.000 km.

On pourrait multiplier les exemples de communications de ce genre et c'est par milliers de kilomètres, qu'on totaliserait les

économies de lignes ainsi réalisées; elles suffisent à montrer l'extraordinaire *souplesse* du système Baudot et à la mettre en parallèle avec la *rigidité* indiquée plus haut, de ceux qui ont été

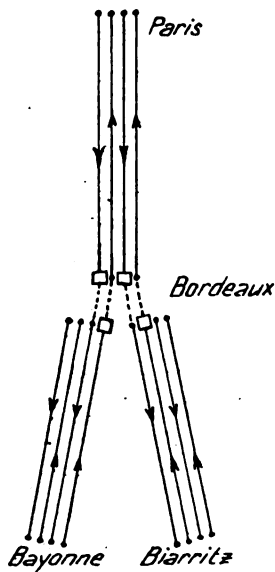


Fig. 24. — Schéma d'une ligne bifurquée, au Baudot quadruple, avec retransmetteurs automatiques.

examinés comme concurrents possibles. Cet exemple montre avec quelle circonspection on doit envisager la suppression d'un système qui permet d'atteindre de tels résultats, ceux-ci n'ayant été obtenus, jusqu'ici, *nulle part ailleurs qu'en France*.

Récapitulation générale.

Systèmes automatiques. — Les considérations développées plus haut (v. p. 338) ont fait ressortir les avantages de la transmission multiple sur la transmission automatique simple; il serait cependant injuste de rejeter en bloc les systèmes automatiques, dont certains, tout au moins, peuvent présenter des qualités

réelles : il convient donc de les classer et de les examiner à tous les autres points de vue.

On doit éliminer, tout d'abord, l'appareil Siemens, qui n'arrive guère à imprimer plus de la moitié des lettres que pourraient lui fournir les lignes moyennes de 500 à 600 km.; cette infériorité s'atténuerait, il est vrai, au fur et à mesure qu'on augmenterait la distance, les autres systèmes étant obligés eux aussi, de diminuer dans ce cas leur vitesse; mais, il perd, de ce fait, les qualités d'adaptation générale qu'on doit attendre d'un appareil de service courant.

Le Buckingham-Barclay a été essayé en Angleterre et rejeté à cause de son rendement relativement faible et de divers autres inconvénients (1).

Le Murray automatique a été abandonné par son inventeur même, qui lui préfère, avec raison, son système multiple; celui-ci d'ailleurs, emploie la plupart des organes mécaniques et électriques de son devancier.

Le Pollak-Virag (v. p. 335) donne un rendement de nature à compenser largement ses inconvénients d'automatique simple; il nécessite, toutefois, la transcription des messages à l'arrivée, d'où une main-d'œuvre supplémentaire et une nouvelle source de retard; mais c'est surtout à cause des influences fâcheuses qu'il exerce sur les circuits téléphoniques qu'il doit de n'avoir été adopté nulle part.

Le Wheatstone et le Creed restent donc les seuls qui puissent prétendre, pour l'instant, à garder leur place dans l'outillage télégraphique; tous deux sont très employés en Angleterre, mais seulement pour le service de la presse; là, les nouvelles sont perforées au fur et à mesure de leur arrivée à l'agence, et transmises en bloc à une heure déterminée; le *retard normal* disparaît donc complètement; de plus, comme les rectifications, dans ce genre de transmission, sont extrêmement rares, on peut dire qu'il ne reste, au passif de ces deux systèmes, que leur code

(1) *The Post Office Electrical Engineers' Journal*, avril 1917, p. 5.

Morse, inférieur au code Baudot (v. p. 360). Le Creed a sur le Wheatstone l'avantage d'imprimer les messages ; il est robuste, bien construit et ne nécessite qu'un synchronisme approximatif.

Systèmes multiples. — Dans cette catégorie, on doit écarter en premier lieu le Delany, qui utilise le code Morse avec transmission manuelle ordinaire et transcription à l'arrivée.

Le Rowland, bien que basé sur un principe intéressant (v. p. 361), a été abandonné par la plupart des administrations qui l'avaient mis en service ; cela, non seulement à cause des inductions constatées sur les circuits empruntant les mêmes appuis, mais aussi à cause de l'impossibilité d'alterner les transmissions simultanées : le duplex obligatoire, avec tous les aléas qu'il comporte sur les longues lignes, la *rigidité* qui en résulte au point de vue de l'exploitation, ont fait abandonner un système qui promettait plus qu'il n'a pu tenir.

Le Dubreuil n'a pas d'autre prétention que celle d'augmenter le rendement individuel des opérateurs ; il y a parfaitement réussi, tout au moins en ce qui concerne la transmission, des réserves sont à faire quant à la réception (v. p. 369) ; les essais, suspendus en 1904, ont été repris en 1914 et interrompus de nouveau par la guerre ; on doit donc, pour l'instant, réserver toute conclusion définitive.

Il reste maintenant à établir un parallèle entre le Baudot, d'une part, et les systèmes Murray et Western, d'autre part ; si ces derniers, qui ne sont, en réalité, *que des Baudots*, présentent sur leur inspirateur, des avantages réellement tangibles, on doit les adopter sans restriction et supprimer, progressivement mais radicalement, le Baudot proprement dit : on ne verrait d'ailleurs pas pour quelle raison les nouveaux systèmes seraient réservés pour certains cas particuliers ; un principe fondamental de toute industrialisation, la *standardisation*, s'y oppose formellement. En effet, l'introduction d'un système d'utilisation occasionnelle n'entraînerait pas moins la nécessité de stocks d'appareils et de pièces de rechange, d'un outillage particulier pour les réparations, et aussi d'une instruction spéciale du personnel technique : dirigeants

chargés de la mise en marche et du réglage des appareils, mécaniciens entraînés à la réparation, etc. ; dans les conditions d'exploitation qui sont celles de l'Administration française, et qui seront indiquées plus loin, il y a un intérêt capital à ne pas multiplier les types d'appareils ; bien au contraire doit-on songer à les restreindre, en supprimant le Hughes, par exemple, qui peut être facilement et avantageusement remplacé par le Baudot, dont on n'utiliserait qu'un seul secteur.

Si, au contraire, les systèmes anglo-américains n'offrent que quelques avantages particuliers, au lieu de les prendre *avec leurs qualités et leurs défauts*, il est beaucoup plus judicieux de *perfectionner le Baudot* avec ce qu'ils peuvent avoir de bon et de laisser de côté ce qui est équivalent, médiocre ou *franchement mauvais*. On évitera ainsi un inutile bouleversement du matériel et de l'instruction technique du personnel.

Examinons donc ce qui peut différencier entre eux les divers Baudots en présence.

La transmission automatique, souhaitable à beaucoup de points de vue, va donner lieu à une expérience définitive et, il faut l'espérer, concluante (v. p. 363).

L'impression sur feuille est sujette à controverses ; le bénéfice de rendement qu'elle prétend procurer est absolument illusoire et elle présente, par ailleurs, quelques inconvénients (v. p. 364). Néanmoins, un concours pratique, organisé comme pour la transmission automatique, pourrait déterminer, une fois pour toutes, si les avantages qu'elle peut présenter compensent l'énorme complication des appareils qui réalisent ce mode d'impression.

Ces points une fois acquis, on ne voit pas clairement en quoi les Baudots anglo-américains pourraient se prévaloir d'un rendement pratique supérieur à celui du Baudot français (v. p. 367), le rendement possible de la ligne étant régi exclusivement par les constantes électriques de celle-ci, le code étant le même, le mode de transmission étant identique, le rendement *théorique* est également identique ; pour que le rendement *pratique* fût différent, il faudrait *que les méthodes d'exploitation françaises fussent moins bonnes que celles des anglo-américains*. Dans ce

cas, c'est à la cause du mal qu'il conviendrait de s'attaquer, en réformant les méthodes ou l'organisation du service, mais on n'obtiendrait aucun résultat en changeant le matériel, car le dilemme suivant se pose : qu'on exploite les nouveaux appareils avec des méthodes reconnues mauvaises au Baudot, et ils ne donneront pas un mot de plus que le Baudot ; qu'on applique au Baudot les méthodes anglo-américaines, si réellement elles sont meilleures, et l'on aura exactement le même rendement qu'avec les appareils anglo-américains.

Ce serait sortir par trop du cadre, déjà étendu, de cette étude, que d'entreprendre la discussion des méthodes d'exploitation ; un côté de cette question trouve cependant place ici, à cause de la grande complexité reprochée plus haut aux appareils anglo-américains, comparée à la robuste simplicité du Baudot français : c'est celui qui concerne la *spécialisation* du personnel. Cet autre principe fondamental de toute bonne exploitation industrielle est parfaitement réalisé dans les Compagnies américaines, où l'on trouve des opérateurs qui n'ont jamais fait que du Morse, par exemple, mais qui sont de véritables virtuoses dans leur spécialité. Peut-il en être de même dans l'Administration française ? Certes, dans une douzaine de grands centres télégraphiques, on trouve quelques agents réellement spécialisés, mais pour le plus grand nombre, la légitime ambition de pouvoir prétendre, le moment venu, à des emplois d'avancement, est une invite pressante à passer par les différents services et à *s'universaliser* au lieu de se *spécialiser* ; dans les centres de moyenne et de petite importance, la spécialisation est radicalement impossible, car le même agent doit pouvoir assurer indifféremment le service au télégraphe, au téléphone, au guichet, au tri des lettres, il doit connaître et savoir appliquer au pied levé les innombrables taxes postales, télégraphiques et téléphoniques, les règlements de la Caisse d'Épargne et aussi les multiples opérations bancaires qu'on a rattachées aux services de l'Administration. La raison de cette universalité de connaissances, qu'on exige d'un agent français, est défendable, car, pour assurer l'ensemble du service avec le minimum de personnel, il est indispensable que les unités

soient interchangeables et il en sera ainsi tant qu'on ne se résignera pas à doubler ou à tripler les effectifs actuels.

On conçoit que, dans ces conditions, il y a un intérêt capital à donner à un personnel aussi peu spécialisé, des appareils simples et robustes, ne demandant, de la part de ceux qui doivent les mettre au point, qu'un minimum de connaissances et surtout de pratique. Le Baudot répond parfaitement à cette conception ; en est-il de même des appareils anglo-américains ? Évidemment non. Le distributeur est inutilement compliqué par le duplex, et par la correction genre Picard, qui, avantageuse sur les câbles sous-marins, ne procure qu'un bénéfice contestable sur les lignes aériennes (v. p. 367) ; l'impression sur feuilles est obtenue au prix d'une autre complication (v. p. 365) et l'on conçoit que les dérangements, qui se produisent dans les appareils les mieux conçus et les mieux construits, ne peuvent, dans de telles conditions, être relevés avec la célérité convenable que par des agents parfaitement spécialisés ; on les trouvera sans doute dans les grands centres, mais, pour les autres, on ne peut prévoir que tâtonnements, hésitations, et, finalement, mauvais service pratique.

Dans les appareils Baudot, la vitesse est donnée par un régulateur à force centrifuge, qui ne permet pas de changer rapidement le régime ; il y avait d'ailleurs intérêt, avec la transmission manuelle, à garder un rythme invariable, afin de ne pas gêner les opérateurs. Avec la transmission automatique, au contraire, l'entraînement par la roue phonique, employé par les anglo-américains, est avantageux, en ce qu'il permet de mieux harmoniser la vitesse de transmission avec l'état momentané de la ligne ; les limites pratiques de ces variations ont été indiquées en leur temps (v. p. 369). Or, la roue phonique, inventée il y a près de 50 ans, a été adaptée, dès 1885, au multiple Delany : c'est assez dire qu'elle est dans le domaine public ; on peut, si l'on veut, pousser le scrupule jusqu'à l'acheter à l'un des constructeurs anglo-américains ; on y trouvera, dans tous les cas, avec la transmission automatique, un bénéfice qui, bien qu'accessoire, est intéressant.

Le duplex obligatoire, qui caractérise les systèmes anglo-amé-

ricains, est certainement le point qui les met le plus nettement *en état d'infériorité vis-à-vis du Baudot*, tout au moins pour ce qui concerne le réseau aérien français ; ce serait courir à un échec certain que de le généraliser dans de telles conditions. Lors d'expériences récentes effectuées avec l'appareil Creed, sur la ligne Bordeaux-Marseille (680 km.), sur toute la durée d'un mois, le duplex n'a guère fonctionné de façon satisfaisante que pendant la moitié du temps ; et encore, les ingénieurs anglais qui, à chaque extrémité, surveillaient l'installation, devaient-ils *réviser la balance deux ou trois fois par heure* ; obtiendrait-on cela en service courant ? Il est permis d'en douter, ou bien il faudrait affecter un dirigeur à chaque installation, fût-elle un double, alors que, dans les conditions actuelles, le même dirigeur surveille 10 seconds, soit deux quadruples et un double. Le Creed possède l'avantage de pouvoir fonctionner en simplex, aussi, les jours où le duplex n'était pas praticable, faisait-on un très bon service, avec seulement un rendement plus réduit. Il en irait tout autrement pour les systèmes anglo-américains qui *ne peuvent pas vivre sans le duplex*, et, dans les cas mentionnés ci-dessus, ce sont des interruptions totales qu'on aurait eues à enregistrer. Cet exemple n'est pas destiné à inscrire un grief au passif du système Creed, bien au contraire, puisqu'il s'en est tiré à son honneur, tandis que d'autres, à cause de leur *rigidité*, dont il a été plusieurs fois question ici, n'eussent pas triomphé de circonstances semblables.

Cette même rigidité a été mise en regard de la souplesse du Baudot, tant en ce qui concerne l'affectation des secteurs (v. p. 367) que pour ce qui se rapporte à l'application des retransmetteurs (v. p. 370 et suiv.).

Conclusion

Ce qui précède laisse assez deviner la conclusion : le Baudot muni de la transmission automatique et, accessoirement, de l'entraînement par roue phonique, gardera la première place qu'il a occupée jusqu'à ce jour, grâce à son fonctionnement irrépro-

chable, à la robustesse et à la simplicité de tous ses organes, qui permettent de le confier aux mains les moins spécialisées ; grâce aussi à l'incomparable souplesse avec laquelle il s'adapte à tous les besoins, à toutes les circonstances ; il sera exploité en duplex, si besoin est, sur toutes les lignes où ses concurrents pourraient l'être. Il conservera la première place aussi longtemps qu'un système basé sur un *principe nouveau* ne viendra pas la lui disputer ; ce principe sera-t-il celui du Rowland dont l'utilisation première semble avoir été incomplète ; ou bien celui du Pollak-Virag, dont l'extraordinaire rapidité est malheureusement compensée par des défauts capitaux ? Il serait sans doute téméraire de formuler un pronostic à cet égard, car un troisième peut surgir, d'un moment à l'autre, qui renversera complètement notre conception actuelle de la télégraphie rapide. Ce jour-là, le Baudot devra céder le pas au nouveau venu, comme il a supplanté lui-même ses devanciers, et notre amour-propre national n'en souffrira nullement, puisque le Baudot aura tenu une place glorieuse dans les annales de la télégraphie. L'importance de cette place est attestée par les efforts des inventeurs, dont il serait injuste de contester les mérites, mais qui, dans l'impossibilité de découvrir ce principe à la fois nouveau et meilleur, ne trouvent pas d'autre emploi à leur ingéniosité que dans les modifications, parfois heureuses, parfois médiocres, parfois inopportunes, qu'ils apportent au Baudot : c'est là, certes, le plus pur hommage qu'aurait pu désirer le génial inventeur français.

On reconnaîtra sans doute que l'auteur de cette étude, pour rester tout à fait impartial, a banni systématiquement toute considération d'ordre sentimental ; les mots *industrie nationale*, qui ont cependant leur valeur, n'ont pas été prononcés une seule fois, et c'est uniquement dans le domaine technique et expérimental que s'est poursuivie la discussion. La conclusion n'en acquiert que plus de force, et si, dans l'éventualité de son adoption par l'Administration, elle apporte une petite déconvenue purement commerciale à nos amis anglais et américains, ceux-ci sont trop fins techniciens pour s'en étonner.

LA TÉLÉGRAPHIE ET L'AVIATION

Par M. DELFIEU,

Ex-lieutenant observateur en avion, Rédacteur des Postes et Télégraphes.

Un grand quotidien en veine d'humour ou en peine de copie racontait dernièrement que des voleurs en train de s'introduire, par le toit, dans un immeuble de New-York, avait été découverts par un avion de surveillance, signalés par T. S. F. au commissariat voisin et capturés par les policemen ainsi prévenus.

On ne sait ce dont il faut le plus s'étonner, de l'habileté vraiment prodigieuse du pilote américain qui évolue sans doute parmi les gratte-ciel comme l'hirondelle autour de nos cheminées, ou de l'acuité visuelle et de la perspicacité de l'observateur, capable de distinguer, en passant à la vitesse de 180 à l'heure, des hommes animés d'intentions malveillantes, et que rien, à première vue, ne devait différencier d'honnêtes couvreurs.

Mon scepticisme sera partagé par ceux qui savent combien il est difficile d'observer, en avion, autre chose que les lignes générales. Les menus détails échappent à l'œil le plus exercé lorsque l'appareil se tient à une hauteur raisonnable et s'évanouissent dans une vision imprécise et vertigineuse quand l'avion évolue très près de l'objectif qui est déjà dépassé au moment même où l'on va l'atteindre.

Aussi, en dépit de cette remarquable prouesse que je veux tenir pour vraie, ne serait-ce que par sympathie pour le pavillon qui la couvre, je ne pense pas que l'aviation puisse jamais seconder utilement les discrètes et minutieuses investigations policières, et j'ajoute qu'à mon avis, l'avion de demain sera plutôt un appareil de transport rapide qu'un instrument d'observation ou de surveillance.

Si ces prévisions sont exactes, l'installation à bord des

machines volantes de dispositifs permettant d'échanger avec la terre une conversation suivie, ne répondra plus, comme pendant la guerre, à une nécessité impérieuse, et l'étude de cette correspondance dont la réalisation et les perfectionnements ont tenu une si grande place dans les préoccupations des techniciens, risque fort d'être, non pas délaissée, mais moins étroitement suivie dans l'avenir.

La question n'a cependant rien perdu de son double intérêt théorique et pratique. L'existence d'une relation bilatérale et permanente entre l'avion et la terre, indépendamment des services spéciaux qu'on peut en attendre, constituerait pour les équipages, une mesure de sécurité très appréciable. Ils ne se trouveraient plus seuls et livrés à leurs propres ressources ; ils pourraient demander leur route, faire part des incidents de bord aux centres intéressés, préparer leur atterrissage, être prévenus à temps des changements atmosphériques, recevoir en un mot tous les renseignements susceptibles de les aider dans l'accomplissement de leur voyage.

Ainsi présentée, l'amélioration des moyens de communication entre l'avion et la terre fait partie intégrante des progrès de l'aviation et mérite d'être poursuivie avec un intérêt égal à celui qui est apporté à la solution des autres problèmes intéressant la navigation aérienne.

J'examinerai ci-après les étapes successives que cette question a parcourues avant d'arriver à son état actuel dont je ferai l'exposé et la critique.

Les relations entre l'avion et la terre sont nées pendant la guerre, des nécessités de la guerre. C'est donc à la guerre que j'emprunterai les matériaux de cette étude, tout en m'efforçant d'éviter un double écueil, celui de divulguer des méthodes qu'il peut y avoir intérêt à garder encore secrètes et celui de faire trop largement appel à mes souvenirs personnels.

•



I. — CORRESPONDANCE DE L'AVION A LA TERRE

En temps de guerre, l'avion est un organe de renseignement hors de pair. Il se déplace avec une telle vitesse qu'il possède en quelque sorte le don de l'ubiquité. A une hauteur convenable, alors qu'une observation précise et relativement détaillée est encore permise, il échappe aux feux de mousqueterie les plus nourris et brave presque impunément les tirs d'artillerie les mieux ajustés. Son seul adversaire véritable est l'avion de chasse ennemi; encore est-il en mesure de lui tenir tête, à la condition de ne pas se laisser surprendre. Son champ d'action n'a d'autres limites que celles qui tiennent à l'imperfection de nos yeux ou à l'insuffisance de nos instruments d'optique. Un équipage composé d'un pilote habile et d'un observateur averti est donc capable de saisir des indices qui, communiqués à propos et interprétés judicieusement, peuvent décider du succès d'une opération.

Il est donc naturel qu'on ait songé de bonne heure à donner aux aviateurs les moyens de faire connaître sans délai, les résultats de leurs investigations.

MESSAGES LESTÉS

Un premier procédé se présente immédiatement : c'est le *message lesté* qui se compose d'une boîte métallique munie d'une longue banderole blanche destinée à attirer l'attention des guetteurs et à leur permettre de trouver facilement le point de chute. Pendant que le pilote, manœuvrant l'appareil, descend à quelques dizaines de mètres du sol, l'observateur rédige son compte rendu, l'insère dans la boîte et jette le message par-dessus bord, en ayant soin de faire les corrections nécessaires pour qu'il tombe dans le voisinage de l'unité à laquelle il est destiné.

Ce procédé que l'on employait encore dans certains cas, à la

fin de 1918, permettait à l'aviateur de fournir des croquis ou des explications détaillées qu'il lui aurait été impossible de transmettre par T. S. F. ; il devenait malheureusement insuffisant dès qu'il s'agissait de donner aux postes de terre des indications fréquentes et rapides, comme dans le réglage du tir au canon où l'artilleur devait être immédiatement renseigné sur le résultat de chaque salve. Dans ce cas, en effet, l'aviateur était contraint de faire le va-et-vient entre l'objectif qu'il ne pouvait aborder qu'à une bonne altitude et la batterie qu'il fallait survoler très bas pour lancer le message à une place convenable. La nécessité de reprendre de la hauteur pour revenir sur les lignes rendait le réglage très lent et pratiquement irréalisable.

MANŒUVRES

Les figures qu'un avion peut exécuter ne sont pas nombreuses, surtout si l'on tient compte de ce fait qu'un observateur terrestre ne les perçoit guère que dans deux dimensions, celles effectuées dans le plan vertical lui échappant presque complètement. On peut toutefois citer le cercle, le huit, le virage à droite, le virage à gauche... Je ne parle pas du « tonneau », de la « vrille », de la « boucle », etc., qui sont des acrobaties dangereuses qu'on ne saurait exiger de tous les pilotes et encore moins de tous les appareils. Le nombre des conventions permises par les figures est donc extrêmement limité. On a cependant tenté d'effectuer des réglages d'artillerie par ce moyen, vers le milieu d'octobre 1914.

Les résultats ont été nuls par la raison qu'un avion ne peut être assujéti à des évolutions déterminées, si simples soient-elles.

FUSÉES

Le 19 août 1914, au moment où nos troupes qui avaient pénétré en Lorraine annexée, devaient abandonner Sarrebourg et se replier sur la Mortagne, deux avions ennemis survolaient nos arrière-gardes et lançaient des fusées blanches à plusieurs feux, destinées sans doute à faire allonger le tir de l'artillerie.

Quelques mois plus tard, avant la fin de 1914, les Allemands avaient assez perfectionné ce système de liaison pour pouvoir entreprendre et mener à bien de véritables réglages. L'objectif était signalé par une fusée « chenille » et les écarts en direction et en portée, par des fusées à globes lumineux rouges ou verts. Certains tirs furent parfaitement conduits par ce procédé et donnèrent un encadrement remarquable. C'est ainsi qu'en novembre 1914, sur l'Yser, une de nos batteries, qui avait pris à partie une batterie adverse, précisément avec le concours d'un avion qui transmettait les corrections par des manœuvres convenues, fut bientôt découverte et violemment contrebattue par un tir réglé au moyen de fusées.

Vers la même époque, on employait chez nous, avec des résultats assez satisfaisants, une méthode de réglage également basée sur l'emploi de fusées de couleur à nombre de feux variable ; mais ce système ne fut jamais généralisé. Il offrait d'ailleurs des inconvénients : d'une part, le nombre de fusées qu'un avion peut emporter est restreint et ne permet qu'une conversation sommaire ; d'autre part, les combinaisons de feux et de couleurs qu'on peut réaliser à l'aide des pièces d'artifice sont peu variées ; enfin, l'observation de terre est difficile, principalement lorsque l'avion travaille à contre-jour ou lorsque plusieurs appareils évoluent simultanément dans le même secteur.

Vers la deuxième moitié de 1915, dès l'apparition sur le front des premiers appareils de T. S. F., les fusées cessèrent d'être employées dans les réglages d'artillerie et furent réservées aux liaisons avec l'infanterie en ligne qu'on ne pouvait songer à doter de postes de sans fil.

Aux attaques de Champagne, plus tard à Verdun, puis, dans la Somme, et jusqu'en novembre 1918, c'était toujours au moyen des fusées que l'avion correspondait avec les fantassins en mouvement, les prévenait des attaques imminentes, leur demandait le jalonnement et accusait réception des signaux qui lui étaient transmis. Les conventions simples et peu nombreuses étaient connues de tous et l'éclatement de la fusée « Où êtes-vous ? » provoquait immédiatement l'apparition de petites taches blanches,

panneaux individuels, mouchoirs, doublures de capotes, miroirs de poche, qui dessinaient sommairement le front de bataille.

TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

Les premiers essais de liaison par T. S. F. furent tentés au début de 1915. Il furent encourageants et montrèrent aux esprits les plus prévenus, que la solution du problème de la signalisation entre l'avion et la terre avait franchi une étape décisive.

On mit aussitôt tout en œuvre pour généraliser ce nouveau mode de liaison et en réglementer l'emploi.

La tâche était considérable. Il fallait, dans le minimum de temps, adapter et mettre au point une invention récente, fabriquer de toutes pièces un matériel important, avec de rares spécialistes et un outillage réduit, improviser un personnel technique, créer dans chaque escadrille et dans chaque unité correspondante, un noyau de télégraphistes connaissant la lecture auditive et capables d'utiliser des appareils délicats.

Les tâtonnements furent assez longs. Aux attaques d'Artois (mai 1915), la signalisation par T. S. F. existait à peine et les réglages effectués par ce moyen étaient rares et leurs résultats contestés. Les difficultés surgissaient d'ailleurs de tous côtés. Les appareils, et principalement les postes de transmission, étaient imparfaits; la liaison était mal assurée, à terre, entre l'antenne qui se trouvait au poste de commandement et les unités éloignées dépendant de ce poste. Il y avait aussi un défaut d'entente, disons le mot, une sorte de mésintelligence entre les aviateurs et les officiers des autres armes qui se connaissaient mal et s'imputaient mutuellement les premiers succès. Enfin les observateurs avaient, pour la plupart, une transmission détestable et étaient trop enclins à professer cette opinion que la télégraphie s'apprend en quelques heures et qu'il suffit, pour être bon télégraphiste, de connaître l'alphabet Morse.

Ces nombreux obstacles furent abordés résolument et surmontés grâce à une série de mesures heureuses dont il est utile d'indiquer les lignes principales.

Un règlement des liaisons fut élaboré, à la fois simple et com-

plet, s'adaptant aux nécessités du moment, assez souple pour laisser une large place à l'initiative de chacun, assez rigide pour prévenir le désordre dans les conventions et pour permettre à tout observateur de travailler sans accord préalable avec n'importe quelle unité.

L'instruction technique du personnel télégraphique et aéronautique, celle des observateurs en particulier, fut organisée avec méthode. Des écoles furent créées, notamment au Plessis-Belleville, à Luxeuil et plus tard à Sommesous. L'enseignement du Morse y tenait une place importante et la manipulation avait, à l'examen de sortie, un coefficient si élevé, qu'une transmission défectueuse ou simplement passable devenait éliminatoire. Aussi, les exercices pratiques étaient-ils suivis assidûment par tous les élèves, sous la surveillance d'anciens observateurs sur le point de devenir chefs d'escadrille et qui savaient tout le prix d'une bonne formation télégraphique. Ces exercices, effectués en salle, étaient d'ailleurs complétés par des vols au cours desquels les jeunes aviateurs se familiarisaient avec la manœuvre des appareils de bord et se débarrassaient progressivement de la gêne qu'on éprouve, au début, à travailler sur un manipulateur qui se dérobe et dont le bruit se perd dans le roulement ininterrompu du moteur.

Au sortir de l'école, les observateurs trouvaient encore, dans la plupart des escadrilles, un milieu propre à perfectionner leur instruction télégraphique théorique et pratique. Des conférences sur la télégraphie sans fil leur étaient faites par des officiers radios qui organisaient en outre des exercices de transmission et de lecture au son.

A côté de l'école des observateurs, je citerai pour mémoire, et simplement afin de montrer le vaste effort d'organisation qui fut réalisé au même moment :

Les cours de T. S. F. pour officiers et hommes de troupe ; les cours de perfectionnement ; les cours d'officiers d'antenne ; les cours de liaison, etc.

Mais si une bonne liaison entre l'avion et la terre ne peut se passer d'une transmission correcte et d'une lecture convenable,

elle exige encore que les correspondants se connaissent, s'estiment, sachent leurs besoins mutuels et collaborent d'une façon étroite. En est-il autrement dans nos bureaux télégraphiques, et qui pourrait prétendre que deux agents qui sympathisent n'obtiennent pas un rendement supérieur, ne serait-ce qu'en évitant les conflits que l'observation la plus stricte des règlements ne parvient pas toujours à écarter ?

Pour faire naître et fortifier cette confiance réciproque, il fut recommandé aux aviateurs de faire de fréquentes visites aux tranchées et aux positions de batteries, de se mêler à leurs occupants, d'interpréter avec eux les dernières photographies d'avion, de préparer les réglages ou les manœuvres du lendemain. De leur côté les troupes au repos devaient visiter les escadrilles voisines, s'intéresser aux appareils et se rapprocher du personnel navigant. Ainsi des liens de camaraderie s'établirent, les anciennes préventions tombèrent de part et d'autre et les relations entre le bord et la terre ne tardèrent pas à en éprouver l'heureuse influence.

Parallèlement à cette préparation du personnel navigant et non navigant, la fabrication des instruments de T. S. F. était activement menée. Bientôt chaque grande unité de terre fut dotée d'une antenne convenablement desservie et chaque escadrille disposa d'un matériel de transmission abondant, ingénieusement adapté au modèle d'avion en usage, offrant un minimum d'encombrement et une grande simplicité de manœuvre.

Tout en m'abstenant d'entrer dans les détails de construction qui n'ont pas ici leur place, j'indiquerai sommairement les différents systèmes employés.

Les postes ordinairement en usage étaient à excitation directe. On se servait au début, d'une bobine d'induction alimentée par une batterie d'accumulateurs ou par une pile sèche dont les éléments étaient réunis en un bloc au moyen d'une matière isolante. Mais cette source d'énergie était lourde et encombrante. On lui substitua bientôt un alternateur actionné par une hélice que la résistance de l'air, pendant le vol, mettait en mouvement. Le courant émis par la magnéto passait dans un transformateur

et les décharges se produisaient au sortir de ce dernier, entre un éclateur fixe relié à un pôle du secondaire et les dents d'un disque tournant avec l'arbre de la machine et réuni à la masse de l'appareil. On pouvait utiliser des disques à nombre de dents variable, ce qui donnait, pour une même longueur d'onde, des notes de hauteur différente. Ce dispositif destiné à éviter le brouillage était complété par un jeu d'antennes dont l'emploi était fixé par le tableau des liaisons. La manœuvre de l'appareil était facile. L'observateur, parvenu à une hauteur suffisante, déroulait son antenne et avait à sa disposition deux manipulateurs fixés l'un à l'avant, l'autre à l'arrière de la carlingue et qu'il pouvait utiliser indifféremment, selon la position qu'il prenait pour observer.

Ces postes donnèrent toute satisfaction. Il fallait seulement avoir soin de ne pas transmettre dans les virages ou lorsque l'avion s'élevait; à ce moment, en effet, sa vitesse étant sensiblement réduite, l'hélice de l'alternateur ralentissait son mouvement et occasionnait une baisse de régime.

C'est autant pour parer à ce léger inconvénient que pour supprimer tous les dispositifs susceptibles de constituer des obstacles à l'avancement, que, sur les appareils récents, la magnéto était enfermée dans le capot et actionnée, non plus par une hélice, mais par l'arbre du moteur, au moyen d'une courroie de transmission. Il arrivait d'ailleurs assez souvent que cette courroie sautait de sa gorge, s'échauffait, patinait ou se rompait, en sorte que beaucoup d'escadrilles revenaient au système précédent qu'on avait amélioré par l'emploi d'une hélice à pas variable qui donnait un rendement très régulier.

On peut, d'après ce qui précède, mesurer l'importance de l'effort accompli pendant la guerre pour adapter la T. S. F. aux besoins du moment. En moins d'un an, cette découverte qui, en raison du personnel très spécialisé qu'elle réclame, paraissait ne devoir sortir que difficilement du laboratoire de quelques rares initiés, se trouva mise au point, largement vulgarisée et devint un instrument tactique des plus précieux.

Aux attaques de Champagne, la télégraphie sans fil était peu

répandue, mais s'affirmait déjà comme étant le seul moyen d'assurer entre l'avion et la terre une liaison complète. Dès les premiers mois de 1916, elle joua un rôle considérable qui n'a fait que s'accroître au cours des opérations ultérieures.

II. — CORRESPONDANCE DE LA TERRE A L'AVION

Il ne suffit pas que l'observateur possède les moyens de se faire entendre, il faut encore que la terre puisse lui répondre. La liaison ne sera complète que si la conversation est bilatérale.

La guerre a, de bonne heure, posé ce problème et y a apporté des solutions diverses.

PANNEAUX

Un panneau est une pièce de drap de grandes dimensions qu'on déploie en terrain découvert et autant que possible sur un fond sombre pour attirer l'attention de l'aviateur.

Chaque unité possède un panneau distinctif qui affecte, suivant le cas, la forme d'un triangle, d'un carré, d'un losange, d'un cercle ou d'un demi-cercle. Pour augmenter le nombre des combinaisons offertes par ces figures géométriques, chaque panneau peut comporter, en outre, une ou plusieurs taches ou bandes noires disposées d'une certaine façon.

A côté de ce panneau indicatif qui n'a d'autre but que de situer l'emplacement du P. C. de l'unité qu'il représente, on emploie trois bandes d'étoffe blanche qui servent à la conversation. Le télégraphe ainsi réalisé, et qui rappelle l'ancien télégraphe Chappe, est assez riche en combinaisons pour traduire toutes les lettres de l'alphabet; mais, étant donné que la manœuvre des panneaux est lente et que l'observateur n'a pas le loisir d'épeler lettre par lettre, on a préféré donner à chaque signal une signification déterminée correspondant à l'une des phrases qui se présentent le plus fréquemment dans la conversation entre la terre et l'avion. L'expérience a prouvé qu'on pouvait constituer ainsi un vocabulaire suffisant pour faire face aux principales éventualités.

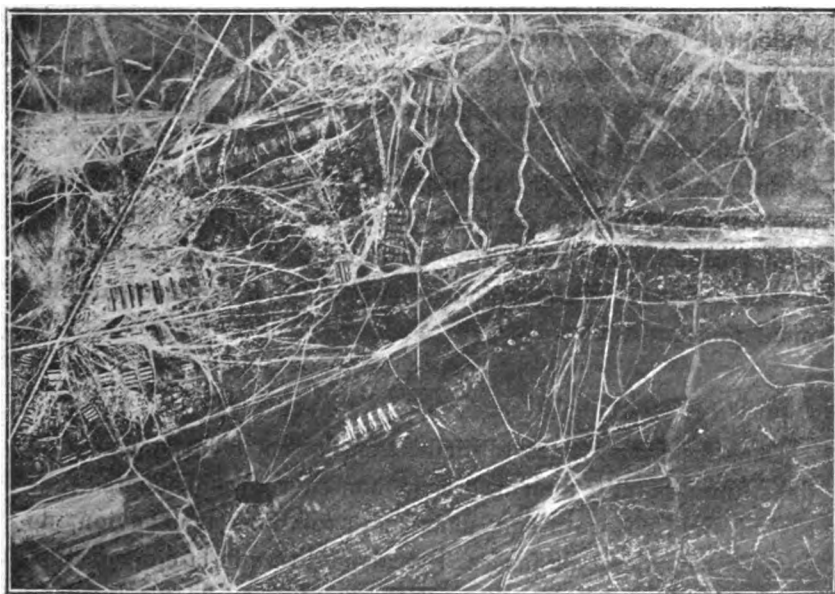
Malheureusement il n'est pas toujours facile de voir les panneaux. Lorsqu'ils sont étendus sur une prairie où leur blancheur éclate, on les aperçoit de très haut, dans un large rayon; mais quand le terrain est accidenté, coupé de routes, parsemé de bouquets d'arbres, ou lorsque la visibilité est médiocre, il est nécessaire de les survoler à la verticale.

Les deux photographies qui sont reproduites ici montrent l'extraordinaire complexité qu'offre l'aspect d'une région crayeuse comme la Champagne. Le sol, bouleversé par les travaux de défense et par l'aménagement des cantonnements de l'arrière, est sillonné de lignes et marqué de taches blanches qui prêtent à confusion et rendent l'observation des signaux très difficile. Les jumelles d'approche ne sont pas d'un grand secours en raison des vibrations que le moteur imprime à l'appareil et des projections d'huile qui brouillent rapidement les objectifs.

La méthode des panneaux est, on le voit, primitive et lente. C'est cependant avec son aide que la plupart des réglages d'artillerie et des liaisons d'infanterie ont été effectués. Elle s'adaptait assez bien à la guerre de tranchées pendant laquelle les éléments restaient longtemps stabilisés dans un même secteur. Mais, en période de mouvement, lorsque les troupes s'étaient déplacées à l'insu de l'observateur, il n'était pas toujours commode de découvrir leurs nouvelles positions et la recherche des panneaux occupait quelquefois toute la durée d'un vol.

D'autre part, les panneaux n'étaient pas seulement visibles des observateurs amis. Ils renseignaient aussi les adversaires sur l'emplacement des P. C. et attiraient sur ces derniers des rafales d'artillerie. Aussi le personnel de l'antenne surveillait-il le ciel avec une sollicitude qui n'avait pas uniquement la sécurité des aviateurs pour objet, et ne manquait pas, à l'occasion, de replier les draps avec empressement, après avoir donné le signal bien connu « Un avion ennemi vient sur vous ».

Si, malgré ces inconvénients, la méthode des panneaux a joui, jusqu'à la fin des hostilités, d'une faveur marquée, et si elle n'a pas été remplacée par d'autres procédés plus rapides et plus pratiques, elle le doit à un avantage qu'elle était seule à offrir et qui



possédait, pendant la guerre, une valeur incontestable. La phrase écrite sur le sol ne disparaissait que lorsque l'aviateur avait trouvé le temps de la déchiffrer et d'en accuser réception.

PROJECTEURS

Les feux d'un projecteur atteignent, même pendant le jour, une portée considérable et sont visibles alors que les panneaux sont depuis longtemps perdus de vue. La manœuvre du projecteur est simple. Le faisceau lumineux est dirigé sur l'avion qu'il accompagne dans ses évolutions et n'est perçu que de l'équipage seul. De là la possibilité d'utiliser le langage clair dans la conversation de la terre à l'avion, sans crainte de voir la communication interceptée. Mais la réception des signaux optiques à bord demande des lecteurs exercés qu'on ne rencontre pas communément. En outre, ces signaux sont fugitifs et ne peuvent être suivis sans détourner l'attention visuelle de son objet principal, je veux dire la surveillance constante de la terre et du ciel. Quelques secondes de distraction et le chasseur ennemi surgit à l'improviste du fond de l'horizon et termine le combat avant que l'observateur ait eu seulement le temps d'armer ses mitrailleuses.

On comprend aisément que les projecteurs aient été rarement employés par les aviateurs, d'accord sur ce point, avec la plupart des chefs d'unités.

En temps ordinaire, la télégraphie optique n'offre pas les mêmes inconvénients; elle est plus rapide que la méthode des panneaux et pourrait constituer un excellent moyen de communication si la T. S. F. ne fournissait un procédé incomparablement plus pratique.

ARTIFICES

Dans les circonstances difficiles, en l'absence de panneaux ou dans l'impossibilité d'en assurer la manœuvre, les éléments avancés faisaient encore usage, dans leurs relations avec l'avion, de feux de bengale et de fusées. Il va sans dire que la conversation ainsi échangée était des plus sommaires. Les artifices ont cepen-

dant rendu de grands services jusqu'à la fin de 1918 et j'ai tenu à les mentionner ici pour montrer qu'un système de liaison bien compris doit envisager les situations les plus diverses et ne pas faire uniquement appel aux procédés les plus modernes et les plus perfectionnés.

TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

La réception à bord des signaux de T. S. F. fut expérimentée dès 1915. En 1917, et surtout en 1918, on essaya de la mettre, sans grand succès, au service de l'artillerie lourde à grande puissance dont la portée, rarement inférieure à 30 km., rendait difficile l'utilisation des panneaux.

L'appareil employé n'était autre que celui qui servait à la réception à terre, la détection et l'amplification étant obtenues par des lampes « audion ». Les signaux étaient reçus dans deux écouteurs que l'aviateur maintenait contre ses oreilles à l'aide d'un casque approprié ou d'un serre-tête.

La portée variait naturellement avec la puissance du poste de transmission. Une voiture radio du modèle ordinaire fournissait des émissions qui étaient encore nettement perceptibles dans les airs, dans un rayon de 25 km. La seule difficulté consistait à maintenir l'accord. Les évolutions de l'avion au cours desquelles l'antenne prenait une orientation et des formes variables, se traduisaient par une modification très sensible de l'intensité et de la qualité du son. Si l'accord était lâche, on était gêné par les postes qui travaillaient dans le voisinage et par les stations ennemies qui ne manquaient pas de brouiller les signaux. Aussi, était-il nécessaire d'agir continuellement sur les boutons de réglage.

On a cependant exagéré les difficultés de la réception à bord. Contrairement à ce qu'on a prétendu, le ronflement du moteur n'empêche pas d'entendre les signaux, qui parviennent sous la forme d'un gazouillement très caractéristique. On a reproché à la réception à bord de nécessiter l'installation d'un poste d'émission dans chaque unité appelée à correspondre avec l'avion ; mais la difficulté est d'autant plus légère que les appareils de transmission à ondes entretenues se composent à peu de chose près

des mêmes organes que ceux de réception. Le principal inconvénient de la réception à bord, le seul qui, à mon avis, ait pu faire écarter ce procédé de liaison manifestement supérieur à tous les autres, c'est d'exiger d'excellents lecteurs au son. C'est surtout parce qu'ils étaient incapables de recevoir, que la plupart des observateurs faisaient le procès de la T. S. F. et prétendaient que la méthode des panneaux, dont ils étaient cependant les premiers à souffrir, donnait des résultats dont on devait se contenter.

On a dit que les Allemands employaient la réception à bord d'une façon courante. C'est une affirmation qu'il faut accepter sous réserves. On a même rapporté qu'ils avaient remplacé la lecture auditive par la lecture optique. Je cherche vainement l'avantage de ce procédé qui impose un travail supplémentaire aux yeux de l'observateur, aux dépens de sa propre sécurité. Nos adversaires avaient au moins autant de raisons que nous de redouter la chasse ennemie.

Quel que soit d'ailleurs le système employé pour recevoir à bord et traduire les émissions de terre, la T. S. F. fournit incontestablement une solution complète du problème de la double liaison entre l'avion et la terre. Je ne prétends pas que cette solution n'ait pas besoin d'être améliorée. Il reste à étendre le rayon d'action des dispositifs actuels, à obtenir une syntonisation plus stable, à simplifier assez la manœuvre des appareils pour qu'un pilote, seul à bord, puisse les utiliser sans que la conduite de l'avion ait à en souffrir.

III. — CORRESPONDANCE D'AVION A AVION

Au fur et à mesure que la guerre se déroulait, apportant chaque jour des moyens de combat nouveaux et faisant naître des nécessités nouvelles, l'aviation, tout en conservant son rôle principal d'organe de renseignement, devenait une arme indépendante, travaillant non seulement en collaboration, mais encore pour son propre compte, comme dans la chasse et dans les bombardements de jour et de nuit. Ses méthodes de combat évoluaient,

des patrouilles de chasse étaient organisées et la rencontre individuelle devenait l'exception, la bataille de groupe, la règle. De ~~là le~~ **le** ~~besoin d'établir une liaison entre les avions d'une même~~ **le** ~~escadrille et même entre plusieurs escadrilles.~~

Dès 1915, des tentatives avaient été faites dans ce sens en Lorraine. Un chef d'escadrille dont le nom fait justement autorité en matière d'aviation, pressentant toute l'importance que prendrait un jour, dans la guerre aérienne, ce qu'on pourrait appeler la bataille rangée, avait essayé de réaliser une correspondance entre avions, au moyen d'un code ingénieux composé de fusées et de figures combinées. Son escadrille, divisée en deux quadrilles ou groupes de quatre avions, évoluait ainsi à son commandement et pouvait développer des thèmes de manœuvre assez compliqués.

L'utilisation de la T. S. F. à bord, et plus tard, celle de la téléphonie sans fil, simplifièrent beaucoup les données du problème.

L'invention de la lampe à grille et sa substitution à la lampe à arc ont rendu possible l'installation, sur les avions, de postes de transmission et de réception téléphoniques. Les premières expériences qui datent de 1905 avaient déjà donné des résultats remarquables. L'aviateur, à condition de parler lentement, d'une voix égale et sans intonation, parvenait à se faire entendre distinctement dans un rayon de 25 à 30 km. Malheureusement, l'accord était difficile à maintenir à cause des modulations de la voix et le brouillage était inévitable, surtout dans la zone de combat où les ondes amorties étaient particulièrement nombreuses. En revanche, la téléphonie sans fil était employée avec succès à bord des hydravions en patrouille sur le front de mer où la radio-télégraphie était beaucoup moins active.

En temps de paix, les émissions de T. S. F. sont réglementées et la téléphonie sans fil ne rencontre plus les mêmes obstacles. Il est donc permis de penser, en se basant sur les résultats acquis et sur les études actuellement en cours, que dans un avenir très prochain, les aviateurs pourront communiquer entre eux et converser couramment avec le sol.

NOTION D'ÉQUIVALENT DE TRANSMISSION

Mesures de transmission
au moyen du « Transmission Measuring Set »
(ou boîte de mesures de transmission)(1)

La notion d'équivalent de transmission est une des plus utiles à acquérir en vue d'une exploitation téléphonique rationnelle.

Définissons d'abord l'équivalent de transmission d'un circuit téléphonique et pour cela raccordons à ses deux extrémités des postes téléphoniques d'abonnés, à batterie centrale, dans les conditions de conversation. Supposons qu'il n'y ait ni lignes auxiliaires, ni lignes d'abonnés intermédiaires entre les postes et le circuit (fig. n° 1).

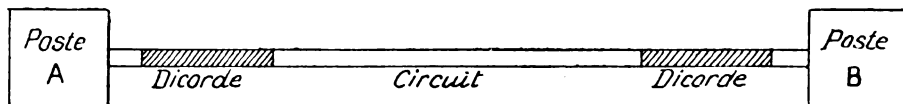


Fig. n° 1.

Comparons cette communication téléphonique à une communication type que les Américains appellent « Circuit Standard » (standard circuit) et qui est constituée conformément aux indications de la figure n° 2.

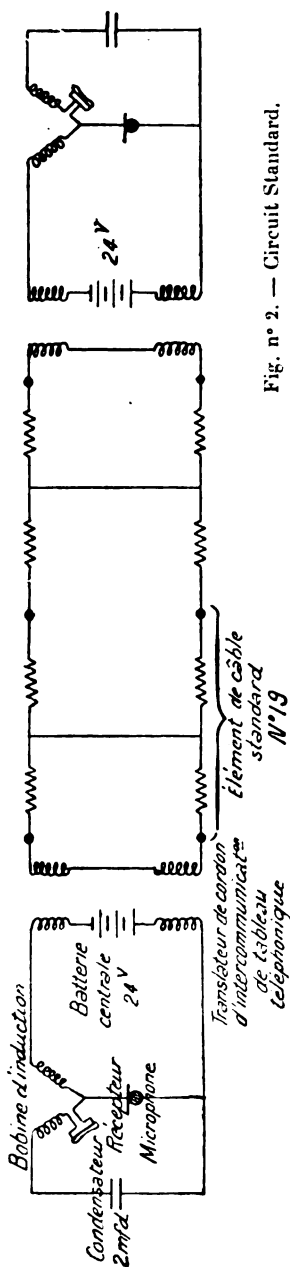
Ce « standard circuit » comprend deux postes à batterie centrale du type ordinaire Western Electric (type unique répandu dans toute l'Amérique) raccordés par l'intermédiaire de deux translateurs téléphoniques et d'une longueur de câble standard « n° 19 gauge câble » qui a une résistance par mille bouclé de 88 ohms, une capacité par mille entre fils de 0,054 microfarad, une inductance et une perdittance nulles.

(1) Extrait de conférences faites à l'Ecole supérieure des Postes et Télégraphes, par M. l'Ingénieur G. Valensi.

Réglons la longueur de câble standard intercalé dans le circuit standard, c'est-à-dire le nombre d'éléments de câble standard intercalés dans le circuit standard, jusqu'à ce que, pour une même énergie fournie par le poste transmetteur A, on reçoive, par les deux circuits que nous comparons, une même énergie au poste récepteur B, ou en d'autres termes, que l'effet perçu dans le récepteur téléphonique du poste B soit le même avec les deux circuits que nous comparons. Par définition, on dira que l'équivalent de transmission du circuit téléphonique considéré est précisément égal au nombre de milles de câble standard qu'il a fallu intercaler dans le circuit standard pour obtenir l'égalité d'effet sur le récepteur téléphonique.

On peut définir d'une façon analogue l'équivalent de transmission d'un appareil quelconque, d'un élément quelconque d'une communication téléphonique, par exemple d'un transformateur de combinaison (ou bobine toroïdale) d'un cordon de tableau, d'un annonceur mis en dérivation sur une ligne, etc.

Considérons par exemple un transformateur téléphonique de combinaison et intercalons-le entre les deux translateurs téléphoniques du circuit standard précédent : un certain effet sera perçu dans le récepteur téléphonique du poste de droite



quand on parle dans le microphone du poste de gauche, effet qui correspond à un certain volume de son transmis. Enlevons maintenant le transformateur : pour conserver la même transmission téléphonique, il faudra lui substituer un certain nombre de milles de câble standard « n° 19 gauge câble ». Ce nombre de milles de câble standard mesure par définition l'équivalent de transmission du transformateur considéré. En réalité, l'équivalent de transmission d'un appareil ou d'un organe quelconque de liaison téléphonique, d'une bobine toroïdale par exemple, dépend dans une certaine mesure de ce qui est raccordé à ses deux extrémités, c'est-à-dire des autres organes constitutifs de la liaison téléphonique dont l'organe considéré fait partie. Si l'équivalent de transmission d'un appareil dépend très largement des lignes ou des organes auxquels on le raccorde, on définira son équivalent de transmission pour deux ou plusieurs conditions différentes d'emploi. Par exemple, on a l'habitude de distinguer pour les électro-aimants (ou relais) mis en dérivation sur les lignes deux équivalents de transmission correspondant l'un au cas de lignes pupinisées et l'autre au cas de lignes non pupinisées.

Cependant, il est en général possible de donner pour un appareil quelconque une valeur moyenne d'équivalent de transmission de telle sorte que, pour avoir l'équivalent de transmission d'une communication complète, il suffit de faire la somme des équivalents de transmission des différents éléments qui la composent. Cette somme peut être parfois une somme algébrique, par exemple lorsqu'on intercale sur une communication téléphonique un relais téléphonique, qui en amplifiant les courants de conversation agit comme une résistance négative, et introduit par conséquent un équivalent de transmission *négatif*. Cet équivalent de transmission négatif d'un relais téléphonique, c'est ce que nous avons appelé, dans une conférence sur les relais téléphoniques, l'*amplification* donnée par le relais, exprimée également, on s'en souvient, en milles de câble standard.

Ces définitions permettent d'établir une correspondance entre l'équivalent de transmission et l'affaiblissement d'une ligne ou d'un appareil.

Considérons par exemple un circuit téléphonique aux deux bouts duquel sont raccordés des postes téléphoniques d'abonnés dans la position de conversation ; on peut définir ainsi le rendement en énergie du circuit au point de vue de la transmission téléphonique.

Soit P_d la puissance, c'est-à-dire l'énergie par unité de temps, fournie par le poste transmetteur au départ de la ligne. P_a la puissance recueillie par le poste récepteur à l'arrivée de la ligne. Soit $\eta = \frac{P_a}{P_d}$, toujours < 1 à cause des pertes d'énergie le long de la ligne.

η est le rendement en énergie du circuit, considéré au point de vue de la transmission téléphonique.

L'équivalent de transmission de ce circuit est en somme la longueur de câble standard qui aurait le même rendement en énergie que ce circuit puisque, si l'on compare la transmission téléphonique à travers le circuit et la transmission à travers un nombre de milles de câble standard équivalent au circuit, toutes choses étant égales d'ailleurs, on perçoit dans les deux cas le même effet au récepteur téléphonique du poste récepteur.

Rappelons maintenant la définition de l'affaiblissement.

Supposons qu'il s'agisse d'un circuit téléphonique de grande longueur et uniforme : considérons un tronçon de ce circuit et considérons en chaque point de ce tronçon de circuit la puissance réelle disponible.

En un point distant du poste de départ d'une longueur égale à 1, la puissance réelle disponible (c'est-à-dire le produit du voltage efficace, de l'intensité efficace et du cosinus de l'angle de décalage φ) est donnée en ce point par la formule :

$$P = P_d e^{-2\beta}$$

P_d étant la puissance disponible au départ de la ligne.

β est la constante d'affaiblissement du circuit considéré.

Le rendement en énergie du tronçon total de circuit considéré, si L est la longueur totale de ce tronçon, sera donc :

$$\eta = \frac{P_a}{P_d} = \frac{P_d e^{-2\beta L}}{P_d} = e^{-2\beta L}$$

P_a et P_d étant les énergies disponibles aux deux extrémité du tronçon de circuit considéré.

βL est ce qu'on appelle l'affaiblissement total du tronçon de circuit (produit de la constante d'affaiblissement par la longueur totale du tronçon). On tire de la formule précédente $\beta L = \frac{1}{2} \text{Log} \frac{1}{\eta}$ formule liant l'affaiblissement au rendement en énergie.

Nous avons défini ainsi l'*affaiblissement d'un tronçon de circuit*. On pourrait définir par analogie l'*affaiblissement d'un appareil*. Si η est le rendement en énergie téléphonique de cet appareil, c'est-à-dire le rapport de la puissance recueillie à la sortie de l'appareil à la puissance fournie à l'entrée, on pourrait convenir d'appeler par définition « affaiblissement de l'appareil considéré » la quantité $\frac{1}{2} \text{Log} \frac{1}{\eta}$.

La notion d'affaiblissement dans le cas d'un tronçon de circuit téléphonique long et uniforme a un fondement mathématique : dans le cas d'une ligne courte ou d'un appareil, elle est conventionnelle. La notion d'*équivalent de transmission* est au contraire toujours purement conventionnelle : elle dépend absolument du câble standard qui sert à la définir (c'est-à-dire des caractéristiques électriques de ce câble standard, du mode de réalisation des étalons de câble standard ou boîtes de câble standard, car on fait des boîtes de câble standard comme on fait des boîtes de résistances) : elle dépend aussi des conditions de mesure de l'équivalent de transmission et en particulier de la fréquence des courants avec lesquels se font ces mesures.

Cependant, avec une rigueur suffisante pour la pratique, on peut faire correspondre les équivalents de transmission aux affaiblissements et dire qu'en gros un *équivalent de transmission de 1 mille de câble standard américain correspond à un affaiblissement de 0,1* (ou plus exactement 0,109).

La notion d'équivalent de transmission, bien qu'elle soit conventionnelle, n'en est pas moins utile dans la pratique. Elle offre, pour juger de l'efficacité d'une ligne ou d'un appareil téléphonique, un critérium commode et sûr.

En effet, ce qui importe en téléphonie, c'est la quantité d'énergie reçue au poste récepteur et la forme de cette énergie, c'est-à-dire le rendement en énergie et la qualité de la transmission.

Au point de vue du rendement en énergie, que les mesures d'équivalent de transmission permettent d'apprécier, ce qu'il importe de chiffrer, au moins dans leur ensemble, ce sont les pertes d'énergie dans les lignes et dans les appareils intermédiaires entre les deux abonnés correspondants.

Prenons le cas d'un appareil, d'une bobine d'induction par exemple.

La transmission téléphonique n'étant pas une succession de courants continus comme la transmission télégraphique, mais un ensemble complexe de courants alternatifs de fréquences différentes (variables dans un assez grand intervalle et dont la valeur moyenne est à peu près 800 périodes par seconde), la résistance ohmique de la bobine ne donne pas une mesure des pertes d'énergie téléphonique qui auront lieu dans cette bobine, de l'affaiblissement que causera cette bobine lorsqu'on l'intercalera sur une communication téléphonique. Cet affaiblissement dépend, en effet, non seulement de la résistance de l'enroulement, mais de son inductance, de son isolement ainsi que des pertes dans le noyau de fer de la bobine (pertes par hystérésis et par courants de Foucault).

Mesurer séparément ces différents facteurs est une opération possible, mais longue et pénible nécessitant un véritable laboratoire de mesures. D'ailleurs, dans l'exploitation téléphonique courante, dans les conditions d'emploi habituel de cette bobine, ce n'est aucun de ces facteurs pris isolément qui importe, mais leur effet d'ensemble. Et c'est cet effet global qu'une mesure rapide d'équivalent de transmission permet de chiffrer en unités conventionnelles, avec suffisamment de précision et d'exactitude pour renseigner d'une façon satisfaisante sur la valeur transmissive pratique de la bobine essayée.

Jusqu'en 1915, la seule méthode dont les services d'exploitation téléphonique américains disposaient pour mesurer les équi-

valents de transmission était la méthode de conservation sur le circuit standard précédemment décrit. C'est une méthode trop longue et trop coûteuse pour l'exploitation téléphonique courante et notamment pour les services d'entretien. On a donc cherché une méthode simple et rapide pour déterminer si un appareil, un montage, une ligne quelconques, donnent bien le rendement de transmission téléphonique normal et pour déceler et éliminer tout ce qui cause de trop grandes pertes d'énergie dans une communication téléphonique défectueuse. Ces recherches ont conduit à un appareil très simple, le « *Transmission Measuring Set* » ou « *boîte de mesures de transmission* » dont nous allons décrire le montage et l'emploi.

Le transmission measuring set est un appareil qui sert à mesurer, avec un courant alternatif de fréquence unique, les pertes en transmission causées par un appareil ou une ligne téléphonique dans les conditions régulières de fonctionnement de cet appareil ou d'utilisation de cette ligne. Cet appareil de mesures sert indifféremment aux essais de circuits téléphoniques, de lignes auxiliaires entre bureaux, de lignes d'abonnés et aux essais d'installations intérieures de bureaux téléphoniques, aux essais de toutes les parties de l'équipement d'un meuble téléphonique.

Cet appareil utilise une source de courant alternatif à 800 périodes, fréquence moyenne des vibrations de la parole humaine. Il est contenu dans une boîte de 13 pouces (325 mm.) sur 8 (200 mm.) avec 6 (150 mm.) pouces d'épaisseur et pesant environ 6 kilos : la source de courants alternatifs qui lui est associée (ou « *tone* ») est contenue dans une boîte qui mesure 12 pouces (300 mm.) sur 10 (250 mm.), a 6 pouces (150 mm.) d'épaisseur et pèse environ 10 kilos. Cette boîte de mesures de transmission permet de mesurer très rapidement un équivalent de transmission quelconque avec une précision de $1/2$ mille de câble standard.

Le montage de cette boîte comporte deux circuits raccordés à des bornes communes entre lesquelles on branche la source de courant alternatif. Ces deux circuits ont une constitution ana-

logue, mais tandis que l'appareil dont on veut mesurer l'équivalent de transmission est inséré dans le premier, un ensemble de résistances formant shunt réglable est inséré dans le deuxième (fig. n° 3). En regard des différentes positions de ce shunt réglable sont inscrits sur deux disques tracés sur la face supérieure de la boîte des nombres qui expriment en milles de câble standard les valeurs de l'affaiblissement total introduit par le shunt entre les points a et b pour un courant à 800 périodes et pour les différentes positions des curseurs, c_1 , c'_1 , c_2 , c'_2 du shunt.

On règle donc les positions des deux groupes de curseurs c_1 , c'_1 et c_2 , c'_2 en agissant sur des boutons molletés jusqu'à ce que le bruit perçu dans le récepteur téléphonique soit le même que ce récepteur soit raccordé aux points α , β ou qu'il soit raccordé aux points γ , δ . Un commutateur permet en effet de substituer le récepteur téléphonique avec son condensateur en série à la résistance de 200 ohms et réciproquement.

Lorsque ce résultat est obtenu, il suffit de lire les nombres de milles de câble standard inscrits sur les disques en regard des index des boutons molletés et l'ensemble des deux lectures donne l'équivalent de transmission de l'appareil X mesuré.

Les deux disques dont nous venons de parler, marqués sur la figure n° 4 « aiguille 2 » et « aiguille 3 » sont gradués respectivement l'un de 0 à 6 milles (par échelon de 0,5 mille) et l'autre de 0 à 50 milles (par échelon de 5 milles). L'ensemble des deux disques permet donc de réaliser un affaiblissement de 56 milles de câble standard par échelons de 0,5 mille.

La résistance de 200 ohms représente la résistance pour un courant alternatif à 800 périodes de l'ensemble du récepteur téléphonique et du condensateur en série. Le rôle de ce condensateur est de s'opposer au passage de courants continus à travers l'enroulement du récepteur téléphonique, dans le cas par exemple où l'on fait des mesures de transmission téléphonique d'appareils dont le montage comporte des piles.

Comme il est très facile de comparer à l'oreille les intensités de deux sons de même hauteur, l'usage du courant alternatif de fréquence unique permet de faire des déterminations d'équiva-

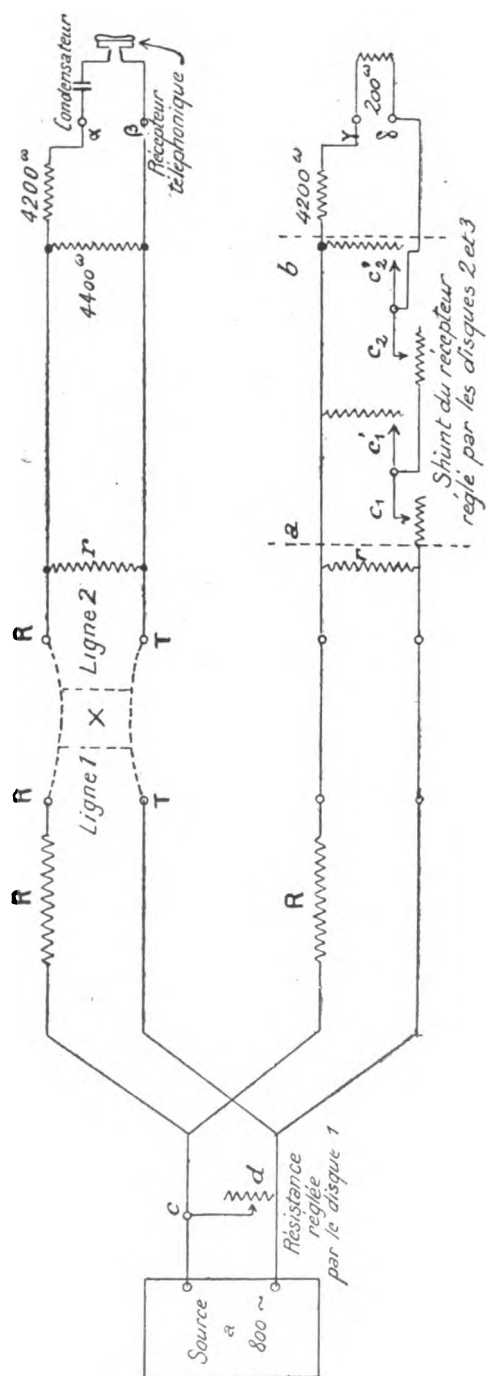


Fig. n° 3. — Schéma de principe de la boîte de mesures de transmission.

lents de transmission plus rapides et plus précises que celles faites à l'aide de la méthode de conversation.

Les résistances R , r et celles marquées 4400ω et 4200ω sont des résistances non-inductives.

La partie du circuit supérieur, située à droite de r dans le schéma n° 3, se compose de deux résistances de 4400ω en parallèle, ce qui fait en tout 2200ω . Dans le circuit inférieur, le shunt compris entre les points a et b est construit de telle sorte que, quelle que soit la position de ses curseurs, l'ensemble de la partie située à droite de r , a une résistance totale constante égale à 2200ω .

Les clés à trois positions (marquées « clé 1 » et « clé 2 » sur la fig. n° 4) permettent de donner aux résistances situées de part et d'autre de l'appareil à mesurer une des trois valeurs qui correspondent pour un courant de 800ω à des lignes ayant des impédances caractéristiques faible, moyenne et forte respectivement égales à 2200 ohms, 1300 ohms et 600 ohms (1). Ces dispositions permettent de mesurer l'équivalent de transmission d'un appareil quand il est raccordé à des lignes de types différents afin de se rendre compte des différentes conditions de fonctionnement de cet appareil, ou encore cela permet, lorsqu'on fait une mesure d'équivalent de transmission d'un appareil déterminé, de se placer rigoureusement dans les conditions d'emploi en vue desquelles cet appareil a été étudié.

En dehors des organes précédemment énumérés, la boîte de mesures de transmission comporte les organes suivants:

Un disque, marqué « aiguille 1 » sur la figure n° 4 correspond au shunt réglable cd et sert à limiter le débit de la source de

(1) Une impédance de 2200ω serait par exemple celle d'un circuit physique ou combinant d'un câble fortement pupinisé ou d'une ligne aérienne fortement pupinisée.

Une impédance de 1300ω serait par exemple celle d'un circuit fantôme (ou combiné) d'un câble fortement pupinisé ou d'un circuit combinant d'un câble moyennement pupinisé.

Une impédance de 600ω serait par exemple celle d'une ligne aérienne non pupinisée.

courants alternatifs à travers la boîte de mesures; ce disque comporte 8 plots.

La clé, marquée « clé 3 », est le commutateur que nous avons mentionné, permettant de substituer l'un à l'autre la résistance de 200ω et le récepteur téléphonique avec condensateur en série. C'est cette clé qu'on manœuvre pendant la mesure, tandis que l'on tourne les boutons molletés du shunt réglable jusqu'à ce qu'on obtienne la même transmission sur les deux circuits du montage de la boîte.

Les bornes « Rec » sont celles auxquelles on raccorde le récepteur téléphonique, et les bornes A C celles auxquelles on raccorde la source de courants alternatifs. Le condensateur est monté dans la boîte.

Les deux bouts de l'appareil à mesurer peuvent être raccordés aux bornes « R et T ligne 1 » et aux bornes « R et T ligne 2 » au moyen de conducteurs volants, dans le cas où l'appareil à mesurer a lui-même des bornes terminales.

Mais quand on veut faire des mesures, d'équivalent de transmission de circuits ou de cordons de tableaux, il vaut mieux utiliser des connexions par fiches et jacks. Aussi l'appareil comporte trois paires de jacks qui correspondent aux trois types de fiches utilisées dans le matériel américain, tous ces jacks étant raccordés aux bornes extérieures de la boîte (les pointes étant raccordées à la borne T « tip » — pointe — et les nuques à la borne R « ring » — nuque). Pour bien des circuits terminés par des fiches, il est nécessaire pour se placer dans les conditions de conversation, de raccorder le corps de ces fiches à la terre ou à une batterie. Afin de réaliser cela lorsque le circuit en question est essayé à la boîte de mesures de transmission, les douilles des jacks correspondant à la ligne 1 sont raccordées dans le montage intérieur de la boîte à une borne extérieure marquée S_1 (S , initiale du mot sleeve = douille) et les douilles des jacks correspondant à la ligne 2 sont raccordées à une borne S_2 .

Les circuits équipés avec l'appel automatique (sans clé d'appel) exigent parfois que la pointe et la nuque de la fiche qui les terminent soient momentanément raccordées entre elles par une

résistance destinée à interrompre l'appel, l'électro de rupture du courant d'appel se bloquant après déclenchement. Afin de faciliter le fonctionnement de cet électro lorsque des circuits de cette nature sont essayés à la boîte de mesures de transmission, deux clés spéciales marquées « clés 4 et 5 », ont été prévues. Quand on manœuvre la clé 4, on met une résistance de 500 ohms en dérivation entre les deux bornes de la ligne 1 ; la clé 5 agit de même sur la ligne 2.

Enfin, dans certains cas, on a à mesurer l'équivalent de transmission d'un appareil n'ayant que deux bornes, appareil comportant un montage-série ou un montage-dérivation.

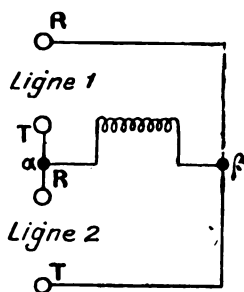


Fig. n° 5.

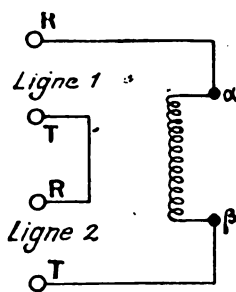


Fig. n° 6.

Par exemple pour déterminer l'affaiblissement causé par un électro monté en dérivation sur une ligne, on raccordera les deux bornes α β de cet électro de la manière indiquée sur la figure n° 5. Dans le cas d'un électro monté en série, on devrait faire au contraire les connexions indiquées sur la figure n° 6. Les bornes spéciales marquées A et B sur la figure n° 4 servent à faciliter de tels montages.

Quand on veut déterminer la perte en transmission causée par un organe quelconque dans des conditions définies d'impédance à droite à gauche de cet organe, il faut, comme nous l'avons déjà expliqué, placer les clés 1 et 2, qui règlent les résistances R et r , dans les positions correspondant aux conditions d'impédance désirées. Mais si l'objet des mesures est de déterminer parmi un grand nombre d'appareils ceux qui sont défectueux au point de

vue de la transmission, il vaut mieux effectuer ces mesures dans les conditions d'impédance qui donnent les plus grandes pertes de transmission.

En général, les appareils placés normalement en dérivation tels que les organes de cordons, les annonciateurs, etc., donneront les plus grandes pertes de transmission lorsque les clés 1 et 2 seront dans les positions marquées « fort » correspondant aux fortes valeurs de R et r , c'est-à-dire à l'emploi sur des lignes de grande impédance caractéristique. Les appareils normalement en série au contraire donneront les plus grandes pertes pour les positions de clés 1 et 2 marquées « faible » — lignes de faibles impédances caractéristiques.

Lorsqu'un circuit ou un appareil comprenant de nombreux organes présente un équivalent total de transmission supérieur à la valeur normale, il est intéressant, afin de déceler l'organe défectueux, de mesurer séparément chacun des termes de l'équivalent total, c'est-à-dire de mesurer l'équivalent de transmission de chacun des éléments constitutifs du circuit ou de l'appareil considéré. Mais il n'est pas toujours nécessaire ni avantageux de faire ces mesures partielles dans les conditions d'emploi de ces différents éléments (c'est-à-dire dans les conditions de conversation).

Considérons par exemple un circuit comprenant deux relais en dérivation, l'équivalent normal de chacun de ces relais étant 0,5 mille.

Si l'un de ces relais est défectueux et a un équivalent de 1 mille (au lieu de 0,5 mille), le circuit total aura un équivalent de 1,5 mille. Afin de déterminer lequel des deux relais est mauvais, on pourrait faire deux mesures, avec chacun de ces relais successivement mis en dérivation tout seul sur le circuit; on serait ainsi amené à comparer 0,5 mille à 1 mille. Il vaut mieux faire deux mesures en mettant successivement ces deux relais *en série* avec le circuit, et non pas en dérivation comme cela a lieu pendant la conversation: le mauvais relais donnera une perte de 10 milles et le bon relais de 6 milles par exemple. Les résultats de la mesure seront plus nets.

Il est bon de contrôler de temps en temps les graduations de la boîte de mesures de transmission, ce que l'on fait en mesurant les équivalents de transmission de résistances connues. On utilise une boîte de résistances ordinaires que l'on raccorde au transmission measuring set suivant les montages indiqués sur les figures n^{os} 7 et 8.

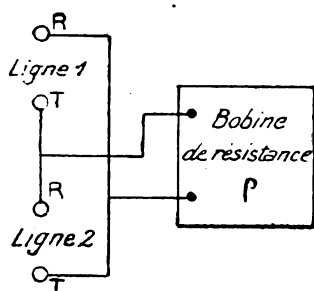


Fig. n° 7.

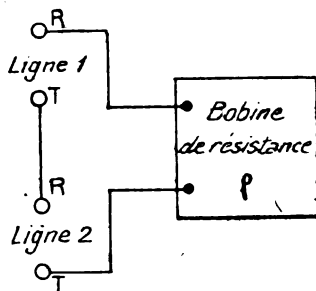


Fig. n° 8.

A titre d'exemples, voyons comment on utilise la boîte de mesures de transmission pour déterminer l'équivalent de transmission d'un cordon de tableau téléphonique ou d'une ligne auxiliaire entre deux bureaux téléphoniques.

1^o *Mesure de l'équivalent de transmission des dicordes d'un tableau.* — On raccorde un poste d'opératrice au tableau téléphonique à essayer. On place les clés de conversation et d'appel du premier dicorde dans la position de conversation directe entre les deux abonnés, sans écoute de l'opératrice. On enfonce les fiches du dicorde dans les jacks « ligne 1 » et « ligne 2 » du transmission measuring set. On mesure l'équivalent de transmission du dicorde dans ces conditions. On abaisse la clé de conversation du dicorde afin de mettre le poste de l'opératrice en dérivation sur le dicorde et on mesure le nouvel équivalent de transmission. La différence des deux mesures donne une idée de l'affaiblissement que cause l'écoute d'une téléphoniste.

Il est bon de faire ces deux mesures pour chacun des dicordes du tableau afin de se rendre compte non seulement de l'état des cordons, mais aussi de celui des contacts des clés.

2° *Mesure de l'équivalent de transmission d'une ligne auxiliaire entre deux bureaux téléphoniques.* — Comme il est nécessaire d'avoir les deux bouts du circuit à mesurer à proximité de la boîte de mesures de transmission, il faut, dans le cas des lignes auxiliaires, boucler deux de ces lignes et mesurer l'équivalent de l'ensemble.

Plaçons-nous par exemple à une position d'arrivée d'un bureau téléphonique A. Les lignes auxiliaires qui y aboutissent se terminent par des fiches monocordes alors qu'elles se terminent par des jacks à la position de départ du bureau B correspondant.

On pose sur le keyboard de la position d'arrivée du bureau A la boîte de mesures de transmission dont les clés 1 et 2 sont fixées à une position donnant aux résistances r et R de la boîte des valeurs analogues à l'impédance normale des lignes auxiliaires à mesurer. On insère au bureau A les deux fiches des lignes auxiliaires à mesurer dans les jacks « ligne 1 » et « ligne 2 » de la boîte de mesures et l'on boucle à la position de départ du bureau B les deux lignes auxiliaires en raccordant les jacks auxquels elles aboutissent à cette position de départ par un cordon double-fiche, ce qui assure un court-circuit métallique parfait.

On mesure l'équivalent de transmission de l'ensemble des lignes auxiliaires 1 et 2.

On mesure de même l'équivalent des lignes auxiliaires 2 et 3 réunies et enfin l'équivalent de l'ensemble des lignes auxiliaires 1 et 3. On en déduit, par différence, l'équivalent de transmission de chacune de ces trois lignes prise isolément.

On fera de même pour toutes les lignes auxiliaires entre deux bureaux. Si l'on trouve pour l'une d'elles un équivalent de transmission trop élevé, c'est que l'un des éléments constitutifs de cette ligne est défectueux (soit un des organes des équipements terminaux, soit la ligne elle-même). La boîte de mesures de transmission permet de localiser le défaut par des mesures partielles.

Ces exemples suffisent à montrer tout l'intérêt que présente pour l'exploitation téléphonique courante et surtout pour les Services d'entretien des installations téléphoniques ce « transmission measuring set » américain.

Disons quelques mots de la source de courant alternatif à 800 périodes qui lui est associée.

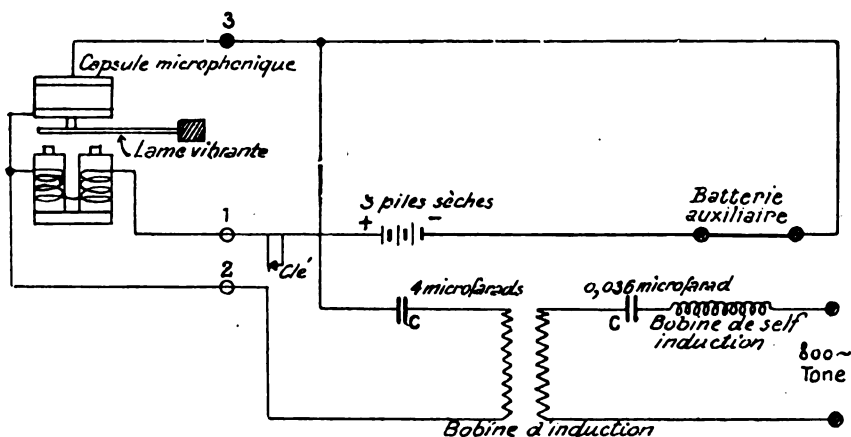


Fig. n° 9. — Schéma de montage du vibreur à 800 périodes utilisé pour les mesures de transmission.

Elle se compose d'un vibreur spécial (figure n° 9), à trois bornes extérieures, 1, 2, 3, qu'on peut remplacer lorsqu'il est dérangé. et qui n'est pas réglable, le réglage étant fait une fois pour toutes par le constructeur.

Ce vibreur comporte une capsule microphonique à charbon dont le diaphragme porte un petit ergot pressant contre une languette vibrante, laquelle sert d'armature à un électro, analogue à un récepteur téléphonique. La capsule microphonique et le récepteur téléphonique sont raccordés en série avec une batterie de trois piles sèches. Le courant circulant dans les enroulements du récepteur attire la lame vibrante, de sorte que le graphite du micro, moins serré, devient plus résistant. Le courant diminue, mais alors la lame vibrante, moins attirée, serre davantage le graphite dont la résistance électrique diminue, de sorte que le courant augmente et ainsi de suite. L'on a ainsi des courants alternatifs qu'on recueille dans un circuit résonnant branché aux deux bornes de la capsule microphonique.

Le condensateur de ce circuit résonant empêche le courant con-

tinu de passer dans la bobine d'induction et contribue d'autre part à réaliser la résonance pour 800 périodes.

Le condensateur et la bobine de self servent à accentuer encore cette résonance qui est très satisfaisante lorsque les bornes « 800 ω tone » sont raccordées à une résistance non-inductive, ce qui est pratiquement le cas lorsqu'on utilise cette source de courants alternatifs pour alimenter une boîte de mesures de transmission.

Si la résistance d'utilisation était plus ou moins inductive, elle introduirait quelques harmoniques de faible intensité qui ne gêneraient d'ailleurs pas beaucoup les mesures, faites toujours sur le son fondamental à 800 ω .

Une clé disposée entre les piles sèches et le récepteur téléphonique sert à fermer le circuit d'excitation de la source de courants alternatifs.

Lorsque les piles sèches ont un débit insuffisant, on intercale une batterie auxiliaire dont le voltage ne doit en aucun cas dépasser 5 volts, sinon la capsule microphonique pourrait être endommagée.

MESURES DE MÉLANGE

APPAREIL OU CROSS-TALK

AD MOTEN DU "CROSS-TALK METER" (1)

Le cross-talk meter ou appareil de mesures du mélange apparent de circuit à circuit dans un câble ou une ligne aérienne, ou d'enroulement à enroulement dans un appareil quelconque, a déjà été décrit dans les *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones* (n° de juin 1917). C'est le modèle américain qui est représenté dans cet article. Le modèle américain, construit par la Western Electric Co., repose sur le même principe que nous allons rappeler.

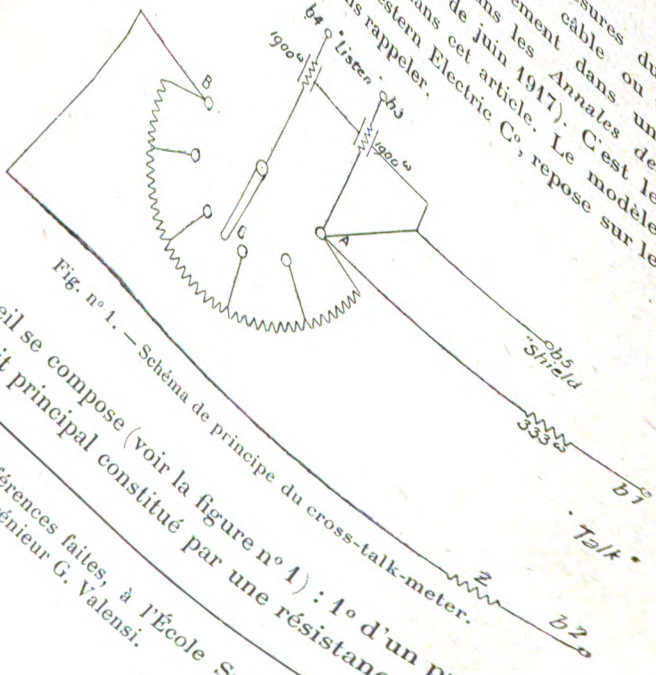


Fig. n° 1. — Schéma de principe du cross-talk-meter.

L'appareil se compose (voir la figure n° 1) : 1° d'un premier circuit ou circuit principal constitué par une résistance à plots non

(1) Extrait des conférences faites, à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, par M. l'Ingénieur G. Valensi.

inductive en manganine disposée autour d'un disque et de deux résistances non inductives également en manganine enroulées en bobines. Ce circuit se termine à deux bornes extérieures b_1, b_2 marquées « talk » auxquelles on raccorde un microphone ou mieux une source de courants alternatifs (à 800 périodes par seconde, par exemple); 2° d'une dérivation faite sur le circuit précédent au moyen d'une connexion fixe en A à l'entrée de la résistance à plots AB et d'un curseur C mobile autour du disque et pressé par un ressort contre les plots de la résistance AB. Cette dérivation comporte deux résistances élevées non inductives en manganine et se termine à deux bornes extérieures b_3, b_4 , marquées « listen » auxquelles on raccorde un récepteur téléphonique. Une cinquième borne b_5 , marquée « shield », ce qui signifie « écran », est raccordée au point A et aux enveloppes métalliques des bobines de résistance ainsi qu'aux différents écrans métalliques protégeant les conducteurs du montage intérieur. En mettant une terre sur cette borne « shield », on définit soigneusement les potentiels et l'on évite tout mélange possible à l'intérieur du cross-talk meter lui-même, ce qui est nécessaire pour les mesures de précision. Cela évite aussi les courants variables de capacité dus aux mouvements de l'opérateur.

Les plots de la résistance AB sont gradués et les nombres de cette graduation expriment (en millionièmes) les différentes valeurs, pour les différentes positions du curseur C, du rapport entre le courant passant dans la dérivation b_3, AC, b_4 , et le courant passant dans le circuit principal b_1, AB, b_2 .

Il y a trois types de cross-talk meter standardisés en Amérique : ils diffèrent par les valeurs de la résistance à plots AB et de la résistance Z. Le type a porte une graduation de 0 à 350 unités par échelons de 10 unités de 0 à 120 et par échelons de 20 unités de 120 à 350. La valeur globale de la résistance AB est 1 ohm 40 et la valeur de Z : 331 ohms 6.

Le type b est gradué de 0 à 1.000 : résistance AB = 4 ohms et résistance Z = 329 ohms.

Le type c est gradué de 0 à 4.500 : résistance AB = 18 ohms et résistance Z = 315 ohms.

Supposons qu'on veuille mesurer l'induction mutuelle entre deux circuits ou deux organes d'appareil quelconque représentés schématiquement par les enroulements couplés $\alpha\beta$ et $\gamma\delta$ (figure n° 2). Voici comment les Américains procèdent : ils disposent

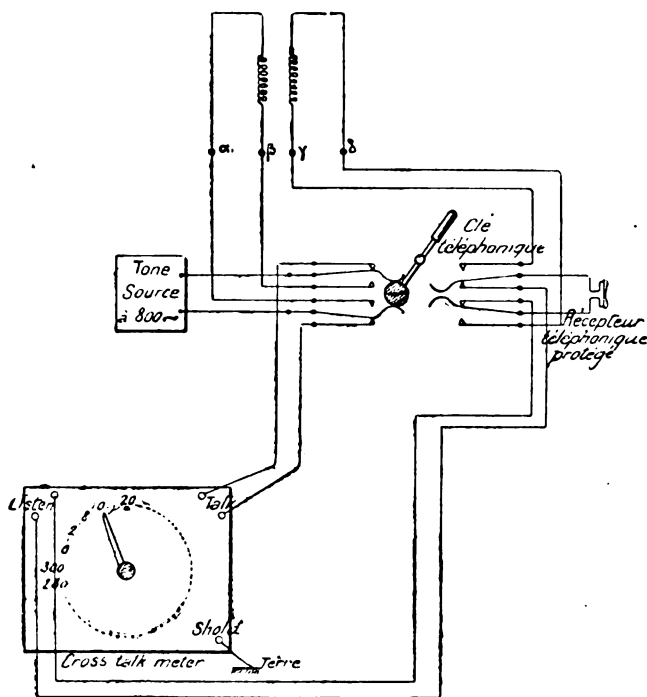


Fig. n° 2. — Montage à effectuer pour une mesure de cross-talk.

d'une source de courants alternatifs à 800 ω , par exemple celle qui a été décrite au sujet des mesures de transmission et qu'on appelle un « tone » ; ils disposent également d'un récepteur téléphonique protégé par un écran électrostatique mis à la terre et d'une clé commutatrice à deux positions de travail analogue à celles du matériel téléphonique. Lorsque la clé est dans une de ses positions de travail, la source à 800 ω débite dans l'enroulement $\alpha\beta$ et le récepteur téléphonique est raccordé directement à l'enroulement $\gamma\delta$. Le bruit perçu dans ce récepteur est donc dû uniquement au mélange apparent, à mesurer, entre $\alpha\beta$ et $\gamma\delta$.

Lorsque la clé est dans sa deuxième position de travail, la source à 800 ω débite directement dans le circuit principal du cross-talk meter et le récepteur téléphonique est raccordé à la dérivation de ce cross-talk meter. Le bruit perçu dans le récepteur téléphonique ne dépend donc que de la quantité du courant qui passe du circuit principal dans cette dérivation à l'intérieur du cross-talk meter.

La mesure consiste à faire varier cette quantité de courant dérivé (en tournant le bouton molleté qui commande le curseur C du cross-talk meter) tout en manœuvrant constamment la clé d'une position de travail à l'autre jusqu'à ce que le bruit perçu dans le récepteur téléphonique soit le même, quelle que soit la position de cette clé. Lorsque ce résultat est obtenu, on peut écrire la proportion suivante :

$$\frac{\text{Courant dans } \gamma\delta}{\text{Courant dans } \alpha\beta} =$$

$$\frac{\text{Courant dans la dérivation du cross-talk meter}}{\text{Courant dans le circuit principal du cross-talk meter}}.$$

Le second terme est exprimé en millionièmes par le nombre situé en regard de l'index du bouton molleté sur la graduation du cross-talk meter.

Le premier terme caractérise le mélange apparent de $\alpha\beta$ et $\gamma\delta$. On convient de l'exprimer en unités conventionnelles de la graduation du cross-talk meter et l'on dira : « Le mélange apparent entre $\alpha\beta$ et $\gamma\delta$ est de N unités », si N est le numéro en regard de l'index du cross-talk meter quand l'équilibre sonore est obtenu.

Le cross-talk meter est d'un emploi courant en Amérique (comme d'ailleurs en Angleterre) pour toutes sortes de travaux.

Dans la construction des lignes aériennes, les mesures de cross-talk effectuées entre les différents circuits d'une même ligne (et en particulier entre un circuit combiné et ses deux combinants) permettent de déterminer si l'anti-induction de la ligne a été convenablement réalisée, si la loi des rotations adoptée est judicieuse et si cette loi a été suivie avec rigueur.

Dans l'essai des bobines Pupin et dans la pose des câbles téléphoniques interurbains les mesures de cross-talk ont une grande importance : elles permettent de se rendre compte si le câble est d'une fabrication soignée, un câble convenablement manufacturé devant être automatiquement anti-inducté d'une manière parfaite par le fonctionnement même de la machine qui le fabrique. De même il est nécessaire que les bobines Pupin placées sur des circuits téléphoniques combinés introduisent le moins de cross-talk possible entre ces circuits.

Dans l'installation des tableaux commutateurs téléphoniques (en particulier des tableaux multiples) le cross-talk meter rend aussi de grands services, pour déterminer si le câblage du meuble est satisfaisant, si l'anti-induction entre cordons d'intercommunications voisins est suffisante, etc.

Voici, à titre d'exemple, la façon dont se fait l'essai de cross-talk des bobines Pupin :

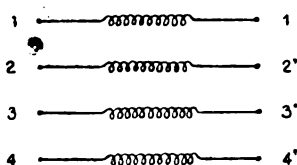


Fig. n° 3.

Considérons une bobine Pupin à quatre enroulements, représentée schématiquement sur la figure n° 3 : les enroulements 11' et 22' seront raccordés à une des paires d'un quadrille de la ligne aérienne ou du câble pupinisé ; les enroulements 33' et 44' à l'autre paire de ce quadrille. Le combiné ou circuit fantôme aura sur son conducteur d'aller les enroulements 11' et 22' et sur son conducteur de retour les enroulements 33' et 44'.

1° Essai de cross-talk à travers les enroulements correspondant aux deux combinants. — On réalise le schéma de la figure n° 4.

Les résistances de 1.200ω qui figurent dans ce montage correspondent à l'impédance caractéristique d'une ligne en câble

moyennement pupinisé. Les résistances z_1 et z_2 doivent être telles que la somme des résistances z_1 et z_2 et de la résistance totale du circuit principal du cross-talk meter soit égale à 1.200ω .

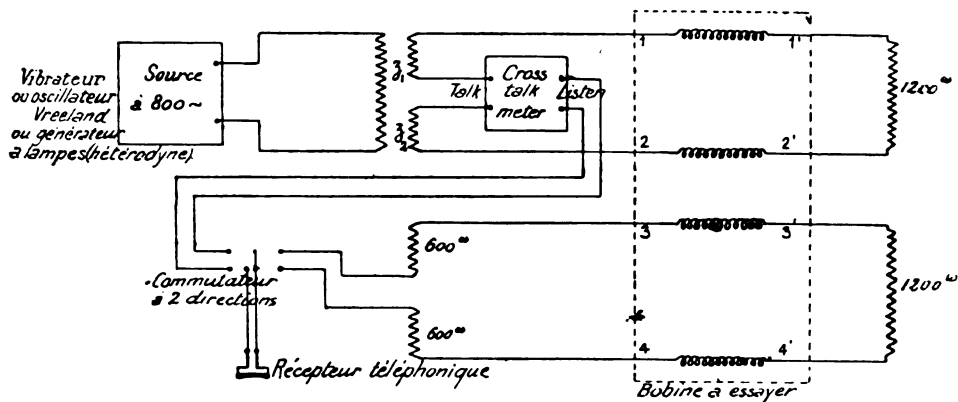


Fig. n° 1. — Mesures du cross-talk introduit par une bobine Pupin entre deux circuits combinants.

Quand le commutateur à deux directions ou inverseur est dans la position de gauche, le récepteur est branché directement sur la dérivation « listen » du cross-talk meter.

Quand il est dans la position de droite, le récepteur téléphonique recueille les courants qui passent par mélange apparent des enroulements 11' et 22' du premier combinant aux enroulements 33' et 44' du deuxième combinant.

On manœuvre le commutateur et on déplace le curseur du cross-talk jusqu'à obtenir l'égalité de son dans le récepteur, quelle que soit la position du commutateur.

On lit la mesure du cross-talk cherché en unités conventionnelles.

2° Essai de cross-talk à travers les enroulements correspondant à un combinant et au combiné. — On réalise le schéma de la figure n° 3.

Les résistances figurées correspondent toujours à l'impédance caractéristique d'une ligne en câble moyennement pupinisé.

Quand le commutateur à trois directions est dans la position (1) ou (3), le récepteur téléphonique recueille les courants qui passent du combiné à l'un des deux combinants. Quand le commutateur

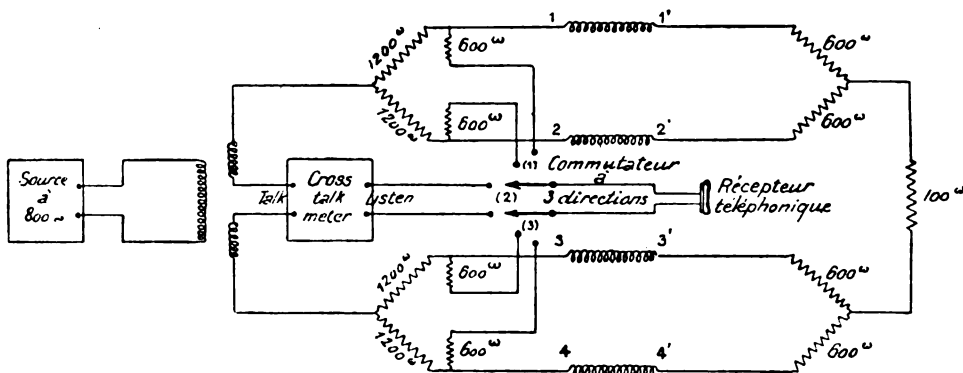


Fig. n° 5. — Mesure du cross-talk introduit par une bobine Pupin entre un circuit combiné et l'un de ses combinants.

est dans la position (2), le récepteur téléphonique est branché directement sur le cross-talk meter.

On procède comme précédemment et on obtient à l'équilibre le cross-talk cherché en unités conventionnelles.

Pour la mesure du cross-talk entre deux circuits téléphoniques (par exemple entre deux paires de conducteurs d'un câble téléphonique), quand on ne dispose pas de vibreur à 800 périodes, on réalise souvent le montage de la figure n° 6 dans lequel on se sert de postes téléphoniques à batterie centrale (méthode de conversation).

Dans de tels essais, il est essentiel de placer les lignes téléphoniques dans des conditions aussi voisines que possible des conditions normales de fonctionnement afin que le cross-talk mesuré soit précisément celui qui se produit lorsque des abonnés causent sur ces lignes.

Avant de procéder aux mesures de cross-talk, il est nécessaire de s'assurer, par des essais préliminaires, que les deux lignes téléphoniques sont en bon état, c'est-à-dire qu'elles ne sont affectées d'aucun défaut et que leur résistance électrique et leur

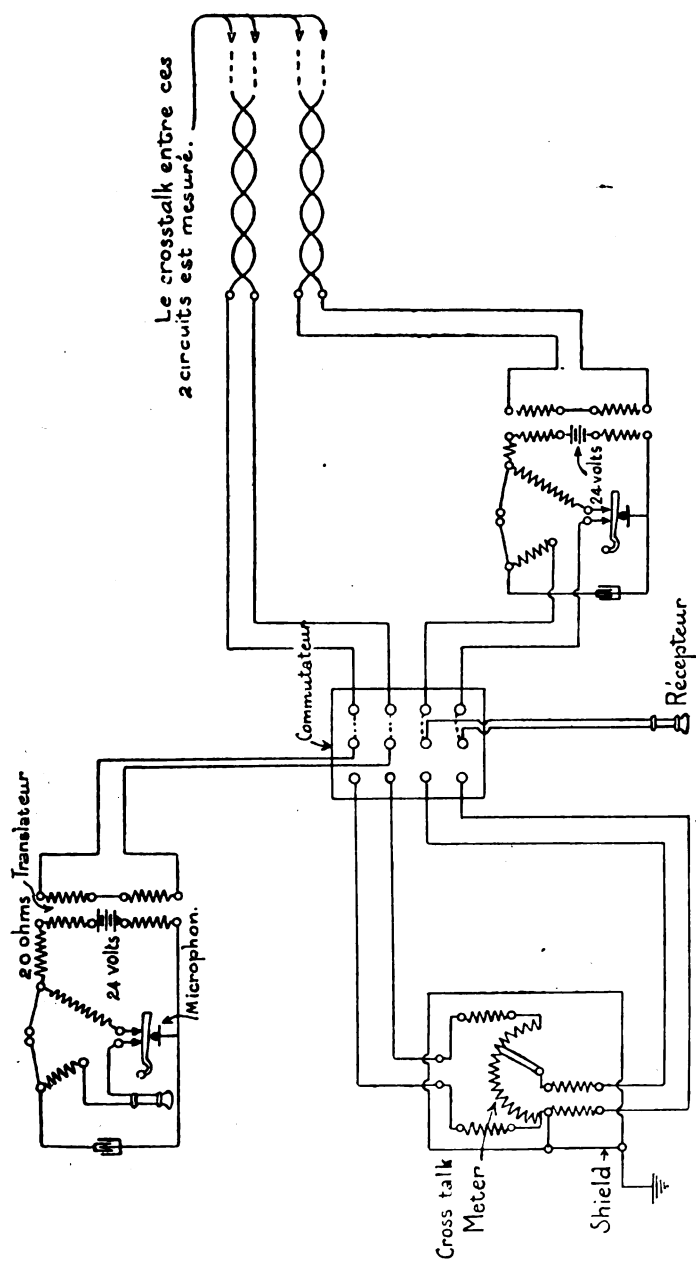


Fig. n° 6. — Mesure du cross-talk entre deux circuits téléphoniques par la méthode de conversation.

résistance d'isolement ont des valeurs normales. Si ces précautions ne sont pas prises, il est difficile de dégager la véritable cause du mélange apparent constaté.

Lorsque les lignes téléphoniques ont été reconnues en bon état, il est nécessaire, avons-nous dit, de les placer à peu près dans les conditions de service normal. Il est en effet évident que l'on obtiendrait des résultats erronés en mesurant, par exemple, le cross-talk entre deux paires court-circuitées d'un câble de courte longueur puisque le voltage entre fils de la paire sur laquelle on cause aurait une valeur notablement inférieure à celle que ce voltage a dans une conversation normale et que, par suite, le cross-talk dû à une capacité résiduelle entre les deux paires serait différent dans le cas de la mesure et dans le cas d'une conversation normale. De même si ces deux paires de conducteurs essayées au cross-talk meter avaient leurs extrémités ouvertes, c'est le courant dans la paire sur laquelle on cause qui aurait cette fois une valeur inférieure à la valeur normale et c'est le cross-talk dû à une inductance résiduelle entre les deux paires qui serait altéré.

Cependant, il peut souvent être nuisible de raccorder les extrémités des lignes téléphoniques essayées au cross-talk meter aux organes auxquels elles sont normalement reliées pendant une conversation ordinaire, attendu que ces organes peuvent introduire par eux-mêmes un cross-talk susceptible de masquer le résultat recherché. Comme l'impédance moyenne des lignes et des appareils raccordés à un circuit téléphonique est d'environ 1.000 ohms aux fréquences de la voix humaine, on obtient, en général, satisfaction, en bouclant les lignes téléphoniques essayées au cross-talk meter sur des résistances non inductives de 1.000 ohms chacune, après avoir pris soin de vérifier que ces résistances sont parfaitement isolées et ne présentent aucune perte à la terre.

Valeur scientifique des mesures effectuées au cross-talk meter.

— Ces mesures de mélange apparent, très utiles dans la pratique, constituent, au point de vue théorique, une question très compliquée. Les méthodes que nous venons d'exposer et l'agen-

cement du cross-talk meter sont si simples qu'on est enclin à ne pas apercevoir toute la complexité de cette question. Qu'est en somme le cross-talk ou mélange apparent et que valent les mesures faites au cross-talk meter ?

Le mélange apparent est un passage d'énergie d'une partie d'un appareil dans une autre partie de cet appareil ou d'une paire de conducteurs d'une ligne dans une autre paire de conducteurs de la même ligne.

Ce passage d'énergie se fait de différentes façons : 1° par conductibilité, c'est-à-dire par dérivation, sous forme de pertes par défauts d'isolement; ou bien 2° par induction électrostatique, par courants de capacité, ou enfin 3° par induction électromagnétique.

Il est bien difficile de définir mathématiquement un ensemble aussi complexe. On pourrait s'en tirer en considérant les énergies mises en jeu. Pour reprendre le schéma de l'appareil dont nous voulons mesurer le cross-talk et que nous avons représenté par deux enroulements couplés $\alpha\beta$ et $\gamma\delta$, on pourrait appeler « cross-talk » le rendement en énergie du pseudo-transformateur téléphonique $\alpha\beta\gamma\delta$, c'est-à-dire le rapport de la puissance P' recueillie dans $\gamma\delta$ à la puissance P fournie à $\alpha\beta$: $\gamma = \frac{P'}{P}$.

Que fait-on dans une mesure au cross-talk meter ? Cette mesure peut se décomposer en deux opérations distinctes.

Dans la première opération, on raccorde la source de courants alternatifs à $\alpha\beta$ et le récepteur téléphonique à $\gamma\delta$ et l'on apprécie à l'oreille l'effet perçu dans le récepteur téléphonique. Cet effet dépend évidemment de la puissance fournie à ce récepteur. Cette puissance dépend elle-même d'une part de la puissance qui passe par cross-talk du primaire au secondaire de notre pseudo-transformateur et d'autre part des impédances qui constituent ce secondaire, c'est-à-dire des impédances de $\gamma\delta$ et du récepteur, impédances qui règlent la répartition de l'énergie dans le circuit « $\gamma\delta$ récepteur ».

La puissance qui passe du primaire au secondaire dépend non seulement de toutes les choses dont on veut mesurer l'effet d'ensemble appelé « cross-talk », c'est-à-dire des dispositions inté-

rieures de l'appareil $\gamma\beta-\gamma\delta$ (distances des conducteurs, nature et dimension des isolants, forme des circuits conducteurs et masses conductrices, forme des masses isolantes, etc.), mais encore l'énergie qui passe du primaire au secondaire dépend : 1° de la fréquence du courant que débite la source de courants alternatifs ; c'est un facteur très important attendu que les effets de capacité et les effets électromagnétiques sont largement fonction de la fréquence : l'induction électromagnétique favorise les hautes fréquences, pour lesquelles le facteur $M\omega$ est grand ; les effets de capacité, qui donnent lieu à des courants de la forme $CU\omega$, sont également fonction de la fréquence ; 2° de l'intensité du courant débité par la source, laquelle intensité dépend de la force électromotrice de la source, de l'impédance intérieure de la source et de l'impédance du circuit d'utilisation $\alpha\beta$. Lorsque l'on utilise, comme le font les Américains, un vibreur à capsule microphonique et à circuit résonant, l'impédance d'utilisation $\alpha\beta$ n'agit pas seulement sur le débit de la source, mais aussi sur sa fréquence : en modifiant les caractéristiques électriques du circuit résonant du vibreur, cette impédance $\alpha\beta$ peut en effet favoriser certains harmoniques du son fondamental à 800 périodes que donne le vibreur.

La deuxième opération que comporte la mesure du cross-talk est très différente de la première et doit faire également l'objet d'une étude attentive. Dans cette opération, la source à courants alternatifs débite dans un circuit pratiquement sans réactance, composé de résistances non inductives dont la somme est de 666 ohms.

Le récepteur téléphonique est intercalé dans un circuit dérivé dont la réactance est celle du récepteur et dont l'impédance moyenne à 800 périodes est 4.000ω .

Ici la source débite dans des conditions bien déterminées de fréquence et d'intensité : le récepteur fonctionne en quelque sorte en voltmètre. Ces conditions sont donc assez différentes de celles de la première opération.

Cette analyse succincte montre les grosses difficultés théoriques que soulève l'usage du cross-talk meter. Pour que des

mesures aient un sens, il faut qu'elles correspondent d'abord aux conditions d'utilisation pratique et ensuite qu'elles soient bien définies. Il faut qu'on sache exactement ce qu'on mesure et à quoi on le compare : il faut aussi étudier si la comparaison se fait scientifiquement.

Dans un pays où tout est standardisé, comme aux États-Unis, chaque chose a un sens bien défini, car elle est en quelque sorte unique en son genre ; des mesures tout à fait empiriques, sans aucun fondement théorique, telles que les mesures de cross-talk, ont une signification tout à fait conventionnelle mais tout de même précise.

Mais si l'on prétend utiliser un appareil comme le cross-talk meter et traduire en langage électrique avec une rigueur scientifique les résultats des mesures qu'il permet d'effectuer, il faut prendre des précautions. Toute une étude est à faire à ce sujet. Dès maintenant cependant les précautions suivantes paraissent utiles : la source à courants alternatifs devrait être à fréquence constante quel que soit le circuit d'utilisation dans lequel elle débite. C'est le cas, par exemple, de l'oscillateur Vreeland ou des générateurs à lampes à vide établis avec soin. Le débit de cette source doit être réglé à une valeur constante aussi bien dans le circuit d'utilisation (1^{re} opération) que dans le circuit principal du cross-talk meter (2^e opération). Ce circuit principal a une impédance de 666 ohms, c'est-à-dire comparable à celle des lignes téléphoniques aériennes non pupinisées. Si l'on emploie comme source un oscillateur Vreeland réglé pour donner une fréquence unique bien déterminée et une force électro-motrice également bien déterminée, et si l'impédance de l'appareil à mesurer $\alpha \beta$ a, pour la fréquence considérée du Vreeland, une valeur notablement inférieure à 700 ohms, on pourrait intercaler dans la première opération des résistances de réglage convenable entre l'oscillateur et $\alpha \beta$ afin de donner au circuit d'utilisation $\alpha \beta$, dans la première phase de la mesure, une impédance totale analogue à celle du circuit du cross-talk meter dans la deuxième phase de la mesure.

Maximum de mélange apparent tolérable. — Le maximum de

cross-talk que l'on peut tolérer pratiquement varie beaucoup suivant l'endroit où ce cross-talk se produit dans une communication téléphonique donnée : par exemple, une certaine quantité de cross-talk se produisant au voisinage immédiat du poste d'un abonné cause à la transmission téléphonique un préjudice bien plus grand que la même quantité de cross-talk produite au milieu d'un long circuit interurbain. Des essais ont montré qu'un cross-talk atteignant même 1.400 unités conventionnelles entre deux abonnés (lignes d'abonnés, câblage du multiple et lignes auxiliaires) au bureau central interurbain peut, dans les conditions habituelles, être pratiquement toléré, même lorsque ces abonnés échangent des communications interurbaines sur des circuits ayant un équivalent de transmission aussi élevé que 30 milles de câble standard (affaiblissement total correspondant : 3 environ). Cependant un cross-talk aussi important gêne beaucoup ces abonnés et est suffisant pour permettre à chacun d'eux d'entendre et comprendre par instants la conversation de l'autre ; si l'équivalent de transmission des circuits sur lesquels ces abonnés causent est supérieur à 30 milles, ce cross-talk devient tout à fait intolérable. C'est seulement dans le cas où les frais de réduction de ce cross-talk seraient excessifs, et où le trafic interurbain des abonnés intéressés est négligeable qu'un tel cross-talk (de 1.400 unités conventionnelles) pourrait être maintenu entre ces abonnés. En pratique, il est désirable de rester largement au-dessous de cette limite maxima.

De même le maximum de cross-talk qu'on peut tolérer entre deux circuits interurbains ne doit pas dépasser 1.400 unités, ce cross-talk étant mesuré aux extrémités de ces circuits. Le cross-talk produit au milieu d'un circuit interurbain ou suburbain est moins nuisible car il subit, dans la transmission sur le circuit, le même affaiblissement que la conversation normale. On peut évaluer que tout équivalent de transmission de six milles (affaiblissement correspondant : 0,6) intercalé entre le point où le cross-talk se produit et l'un des deux abonnés absorbe la moitié de la quantité totale de cross-talk, de sorte que cet abonné ne perçoit que la moitié du cross-talk total produit réellement.

Attendu que l'intensité des sons entendus sur un premier circuit et provenant d'un deuxième circuit voisin par mélange apparent dépend du ton plus ou moins élevé sur lequel les abonnés parlent sur ce deuxième circuit, de l'efficacité des microphones raccordés à ce deuxième circuit ainsi que de l'efficacité des récepteurs téléphoniques raccordés au premier circuit, il est évident que tout perfectionnement apporté aux postes d'abonnés tendant à mettre plus d'énergie sur les lignes ou à rendre les appareils récepteurs plus sensibles entraînera la nécessité de réduire d'autant le maximum de cross-talk tolérable entre les deux circuits considérés. Étant donné que tous les efforts de la technique téléphonique portent sur l'amélioration de l'efficacité du microphone et du récepteur, que l'utilisation de relais téléphoniques, de plus en plus nombreux, augmente également la quantité d'énergie transmise par les circuits téléphoniques, la réduction du mélange apparent entre les différentes parties du réseau doit être l'objet d'efforts de plus en plus grands ; de sorte que le maximum de cross-talk indiqué ci-dessus doit être considéré aujourd'hui comme une limite supérieure et l'on doit toujours s'efforcer de se tenir *largement au-dessous* de cette limite.

Anti-induction des Circuits téléphoniques

Par M. CAHEN,

Ingénieur des Postes et Télégraphes.

I

COMPARAISON DU SYSTÈME FRANÇAIS ET DU SYSTÈME DES DOUBLES ROTATIONS

Les auteurs des différents articles publiés depuis 1917 dans les « Annales », relativement aux lois des rotations des circuits téléphoniques aériens ont tous borné leur étude au système adopté par l'Administration française et qui peut se définir comme suit :

1° Les circuits sont posés par groupes de deux ; l'ensemble des quatre fils représente les arêtes d'un prisme carré, les deux fils d'un même circuit étant à l'extrémité de chaque diagonale ;

2° Les permutations contre l'induction s'effectuent par rotation régulière, chaque fil occupant successivement, et sur une même distance, chacun des sommets du carré.

Or, ce système est loin d'être employé universellement ; les Administrations des Pays Alliés (Angleterre, États-Unis, Italie) ont tous des procédés différents. Il n'est donc pas inutile d'examiner si le principe même de l'Administration française est réellement supérieur aux autres.

Nous nous bornerons à comparer entre eux les systèmes français et italiens, un séjour de quelques mois en Italie nous ayant permis d'étudier d'une façon spéciale les lignes de l'Administration de ce pays.

Les circuits sont posés par groupes conformément à la disposition française ; mais la permutation complète d'un fil (retour à une même position) s'effectue par doubles rotations, chaque fil n'occupant jamais ainsi, sauf sur le poteau même de croisement,

que les deux sommets du carré placés sur une seule diagonale. Il est facile de voir que cela revient à permuter entre eux les deux fils de chaque circuit à chaque point de rotation, c'est-à-dire, en somme, à effectuer un croisement comme dans l'ancien armement plan. Tel quel, ce système serait nettement inférieur au nôtre. En effet :

1° Le circuit combiné formé par les quatre fils n'est l'objet d'aucune permutation ; il n'est pas protégé contre l'induction télégraphique ;

2° Les deux circuits combinants ne sont rigoureusement anti-inductés entre eux que s'ils forment effectivement un carré ; si le quadrilatère est irrégulier, le résidu d'induction s'ajoute d'une section à l'autre et peut ainsi arriver à une valeur notable.

Cet inconvénient est peu à craindre quand il s'agit d'armements en traverses parce que la forme carrée peut alors être maintenue avec une grande précision ; par contre, quand il s'agit d'armements sur poteaux par consoles individuelles, la difficulté est plus grande, spécialement en Italie où l'on emploie des appuis en châtaignier, bois solide, mais peu rectiligne.

Au contraire, dans l'armement français, chaque quart de permutation ou rotation produit, d'une part, un croisement du circuit combiné, et, d'autre part, annule les effets d'induction mutuelle entre combinants, comme l'a montré M. Drouet (*Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, juin 1917).

Si donc on veut pouvoir utiliser pour la combinaison n'importe quel groupe et ne pas s'astreindre à la forme absolument carrée de l'ensemble des fils, il faut superposer au schéma des doubles rotations ou croisements, adopté pour les circuits individuels, un autre schéma de rotations simples ou quarts de tour pour les circuits combinés.

Or dans le système administratif français, on a admis pour annuler l'induction entre circuits de différentes traverses qu'il y avait lieu de faire sur certains d'entre eux des doubles rotations ou croisements. Les deux systèmes se rapprochent donc l'un de l'autre : l'un ayant la rotation ou quart de tour comme principe, introduit comme complément la double rotation ou

croisement ; l'autre, prenant comme point de départ ce croisement, doit faire intervenir la rotation.

Cependant le choix de l'un ou l'autre des deux systèmes n'est pas indifférent ; en effet, dans le procédé français, le circuit combiné est plus complètement protégé contre l'induction que le circuit réel, puisque la permutation complète se termine deux fois plus vite ; dans le système italien, au contraire, on sera amené à donner au circuit combiné une distance de permutation plus longue qu'aux circuits français, réels ou combinés ; mais par contre les circuits réels pourront avoir une distance de permutation inférieure à celle des circuits français.

Or les valeurs des coefficients d'induction mutuelle, télégraphique ou téléphonique, sont en général plus élevés pour les circuits réels que pour les circuits combinés : il semblerait donc préférable d'agir avant tout sur les circuits réels, d'autant plus que chaque circuit de ce genre est en service, tandis que les groupes ne forment pas toujours des combinaisons effectives ; le système italien, si son adoption n'entraîne pas trop de complications, serait donc à recommander.

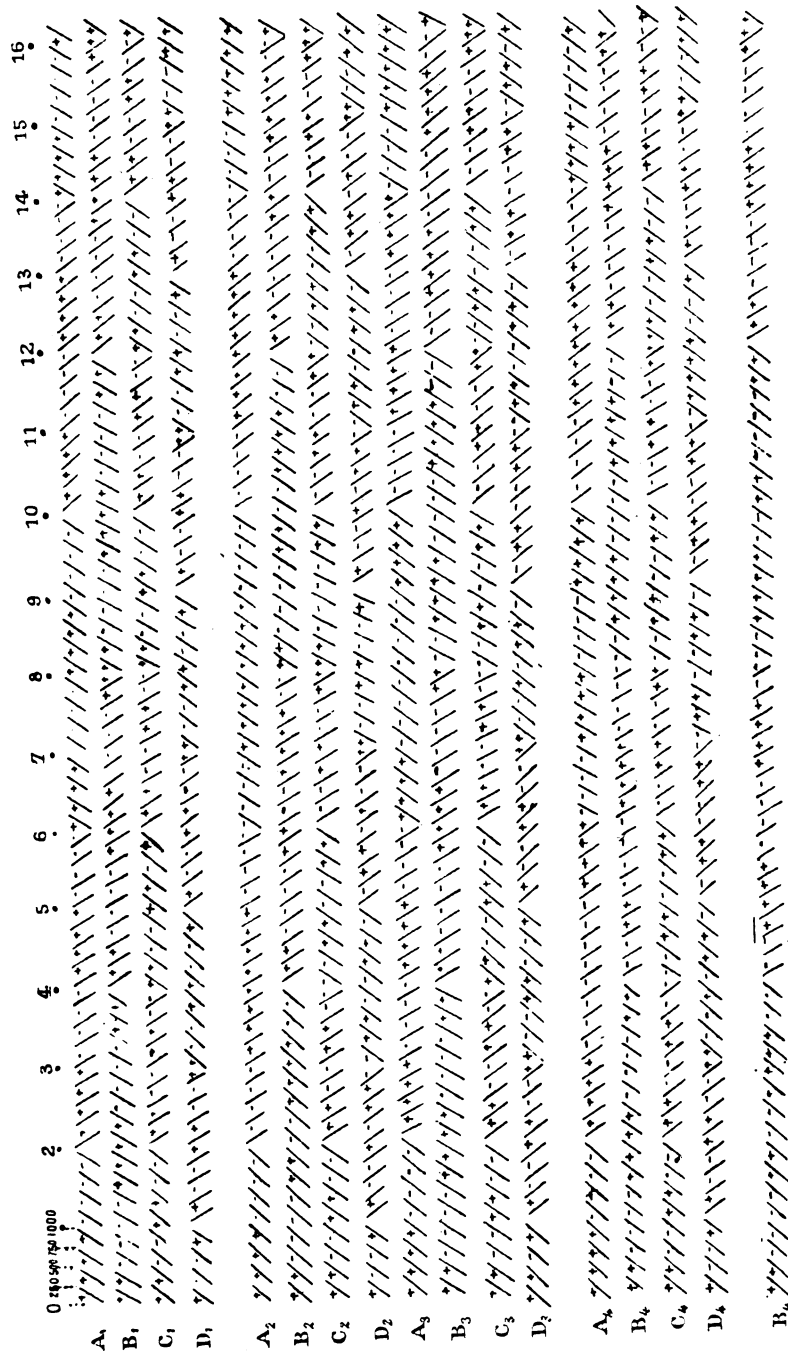
Mais, en sens inverse, on peut faire remarquer que l'équilibre des circuits combinés n'est jamais parfait, qu'il y a donc grand intérêt à ce qu'aucun défaut dans l'anti-induction ne vienne s'ajouter aux troubles causés par ce déséquilibre.

Entre ces deux théories, l'expérience seule est susceptible de prononcer. En tous cas, le système italien se prête sans complications inextricables à une solution complète. Nous n'avons pas en connaissance du schéma type de l'Administration qui, d'ailleurs, utilise assez peu les circuits combinés. Nous donnons, à titre d'indication, un schéma possible :

Loi des croisements (doubles rotations) des circuits individuels :

4 groupes : A, B, C, D.

Groupe	A	Croisements	0 k.	1 k.	2 k.
—	B	—	0 k. 500,	1 k. 500,	2 k. 500
—	C	—	0 k. 500,	1 k.	1 k. 500, 2 k.
—	D	—	0 k. 250,	0 k. 750,	1 k. 250, 1 k. 750



Au bout de 2 km. tous les circuits sont ramenés à leur position initiale.

Loi des croisements (quart de tour) des combinés :

Groupe A Croisements : km. 2, 6, 10

—	B	—	0, 4, 8
—	C	—	0, 2, 4, 6
—	D	—	1, 3, 5, 7

Le retour à la position de départ a lieu tous les 8 km. Cette distance représente la longueur d'anti-induction complète pour combinants et combinés.

Lois spéciales pour les traverses :

1^{re} traverse : sans changement.

2^e traverse : permutation des deux fils tous les 2 km. pour les circuits qui font un quart de tour tous les 4 km. (c'est-à-dire suppression de la double rotation du groupe A et double rotation du groupe B).

3^e traverse : croisements aux km. 0, 8, 16.

4^e traverse : croisements aux km. 4, 12, 20.

Le schéma page 433 rend compte de ces dispositions.

Les résultats obtenus par ce système sont résumés dans le tableau suivant :

<i>Circuits simples.</i>	<i>Longueur d'anti-induction.</i>
Par rapport aux fils télégraphiques.	2 km. au maximum.
Par rapport aux circuits de groupes non correspondants.	2 km. au maximum et presque toujours un.
Par rapport aux circuits correspondants des autres traverses.	16 km. au maximum et le plus souvent 8.
Par rapport aux circuits du même groupe quand la forme n'est pas rigoureusement carrée.	Au maximum 8 km.
Par rapport aux télégraphes appropriés sur un groupe quelconque.	Au maximum 2 km.
Par rapport aux circuits combinés.	Au maximum 2 km.
<i>Circuits combinés.</i>	
Par rapport aux fils télégraphiques.	8 km. pour la moitié d'entre eux, 4 pour le reste.

Par rapport aux fils appropriés constitués par des circuits non correspondants.	8 km. au maximum.
Par rapport aux fils appropriés constitués par des circuits correspondants.	Pas d'anti-induction.
Par rapport aux combinés non correspondants.	8 km. au maximum.
Par rapport aux combinés correspondants des autres traverses.	Pas d'anti-induction.

Les seuls cas où la compensation n'est pas réalisée se retrouvent également dans le système administratif ; il n'y a pas là d'inconvénient grave, en raison de la petitesse des coefficients d'induction correspondants.

En somme, les avantages du système de la double rotation ne sont pas décisifs et la simplicité plus grande du système français fait conclure à son maintien ; mais il serait intéressant de suivre et de comparer entre eux les résultats pratiques obtenus sur des lignes posées suivant l'un ou l'autre procédé, toutes choses égales d'ailleurs.

II

CIRCUITS COMBINÉS D'ORDRE SUPÉRIEUR

On sait que le principe de la combinaison peut s'étendre aux combinés eux-mêmes, et donner pour $2n$ circuits, $4n - 1$ communications indépendantes. Les installations nécessaires dans les bureaux pour les combinaisons du deuxième ordre ne présentent aucune difficulté et le système a déjà été expérimenté avec succès à diverses reprises.

En 1915, un essai, institué sur l'initiative de M. Dubreuil, a permis de faire fonctionner une communication de ce genre sur une longueur d'environ 180 km. L'audition était très nette et aucune induction ne fut constatée entre le circuit ainsi constitué, les combinés du premier ordre et les combinants. Cependant, comme les deux groupes formant les combinants du deuxième ordre n'avaient pas été croisés entre eux, une induction télégraphique assez forte se fit sentir et la ligne ne fut pas maintenue en service.

Ainsi, la seule raison qui s'oppose à la constitution de ces circuits, c'est la nécessité qu'elle entraînerait de modifications sur les lignes. Il y a donc lieu de voir quelles seraient ces modifications.

On peut toutefois poser une question préalable et se demander si l'établissement de ces communications présente un réel intérêt. Tandis que la mise en service d'un circuit combiné augmente de $1/3$ le nombre des liaisons, celle d'un combiné du deuxième ordre ne l'accroît plus que de $1/7$. Encore peut-on craindre que cette communication ne soit bien précaire, puisqu'elle exige le maintien en bon état de huit fils. Enfin, la diminution du calibre des conducteurs, l'emploi de câbles aériens ou souterrains sur de grandes longueurs sont des conséquences qu'on peut logiquement attendre du développement des relais téléphoniques : dans ces conditions, l'adjonction de quelques communications supplémentaires sur des lignes aériennes devient relativement peu importante.

Cependant, si l'on pouvait, sans grandes complications ni frais excessifs, équiper les lignes pour ce genre de communications, il conviendrait de ne pas se priver de cette ressource.

La première solution qui vient à l'esprit consisterait à étendre à huit fils le système de rotation employé pour quatre. L'ensemble de deux groupes 1, 1', 2, 2' et 3, 3', 4, 4' représenté sur la figure ci-contre, et tournant par huitième de tour, réaliserait en effet l'anti-induction de tous les circuits combinants et combinés du 1^{er} et du 2^e ordre par rapport aux fils télégraphiques. Mais deux circuits simples voisins ne seraient pas anti-inductés. Il faudrait donc croiser entre eux les deux fils d'un groupe, par exemple, 1, 1' et 3, 3', à des intervalles qui ne soient ni de $1/8$ de tour (croisement du combiné du 2^e ordre), ni d' $1/4$ (croisement des combinés du 1^{er} ordre), ni d' $1/2$ (croisement des circuits simples) ; le procédé le meilleur consisterait à faire ce croisement au bout d'une rotation complète.

Un système de ce genre peut être réalisé avec l'armement actuel, distribué entre circuits, comme l'indique la figure 2. D'après la remarque faite plus haut, après un demi-tour, les

circuits du même groupe sont anti-inductés l'un par rapport à l'autre. Il ne serait pas difficile de trouver un schéma de rotations, mais les inconvénients de ce procédé sont multiples : augmentation de la longueur d'anti-induction, complication résultant du

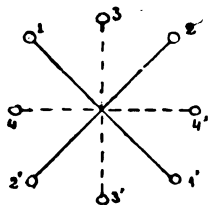


Fig. 1.

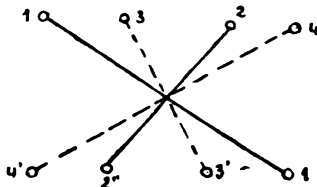


Fig. 2.

fait que chaque circuit peut prendre quatre orientations différentes, enfin augmentation de la surface embrassée par chaque circuit et, par suite, des coefficients d'induction mutuelle par rapport à un conducteur quelconque.

Ces inconvénients sont assez graves pour faire abandonner ce mode de construction, quelque séduisant qu'il puisse paraître à d'autres points de vue. Pour réaliser une combinaison du deuxième ordre, il conviendra donc simplement de maintenir dans son ensemble le système actuel, et de permuer entre eux, à des intervalles choisis, les deux groupes servant de combinants.

Cette permutation, quand il s'agit de groupes voisins, peut s'effectuer par la rotation régulière de tous les fils intéressés, comme l'indique le schéma ci-contre :

1	2	3	4	2'	1	2	3	4'	1'	2'	1	2	4'	1'	2'	1	3'	4'	1'	2'
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2'	1'	4'	3'	1'	4'	3'	4'	4'	3'	4'	3	3'	4'	3	2	4'	3	2	1	
Position 1	P. 2				P. 3				P. 4				P. 5							

Au bout de quatre permutations, le groupe 11', 22' a pris la place du groupe 33', 44' et réciproquement : on voit de plus que chacun des circuits combinants a l'orientation inverse de celle du départ : ces circuits ont donc fait $1/2$ tour ou un croisement.

Dans chacune des permutations élémentaires, quatre fils seulement sur huit se trouvent rapprochés les uns des autres au milieu de la portée; l'usage de la console de rotation est donc moins indispensable ici que dans les rotations courantes; si cependant on veut appliquer le même principe, il n'y a pas là de difficulté. On peut utiliser le matériel administratif, comme le montre la figure ci-contre (3), correspondant au poteau intermédiaire entre les positions 1 et 2 du schéma précédent. Dans ce cas, il faudra huit portées, soit en ligne courante, 400 m. pour effectuer la permutation, à moins que l'on ne veuille recourir à un système de consoles spéciales.

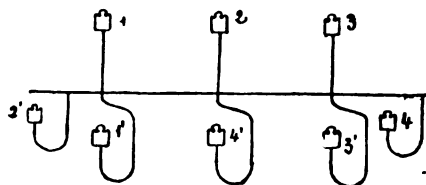


Fig. 3.

Cette considération, et surtout la nécessité de ne pas remettre en question la loi d'anti-induction des circuits ordinaires, conduisent à espacer beaucoup les permutations spéciales du combiné de 2^e ordre; une distance de 4 km. correspondant à la longueur de compensation des groupes fondamentaux, est le minimum admissible.

Mais alors se présente une autre difficulté: le combiné du 2^e ordre ne sera anti-inducté par rapport aux courants télégraphiques qu'au bout de 8 km. au minimum; or, à cause de la grande surface embrassée, ce circuit sera plus fortement influencé que les lignes réelles; par rapport au fil extérieur le plus voisin sur l'artère, le coefficient relatif au surcombiné est de 20 % supérieur à la valeur correspondante pour le circuit simple.

Si donc la longueur de parallélisme entre les fils télégraphiques et les groupes téléphoniques considérés n'est pas un multiple de la distance d'anti-induction, l'influence résiduelle pourra dans

certains cas être sensible. Mais il ne semble pas que, dans le cas le plus défavorable, elle puisse arriver à gêner sérieusement la conversation.

Supposons donc qu'un ensemble de deux groupes voisins croise tous les 4 km. Alors les circuits correspondants ne sont plus anti-inductés, par rapport à ceux de même nom des autres traverses de la même façon que dans le schéma normal; mais il est facile de voir que la compensation a lieu néanmoins au bout de 32 km. au maximum; d'ailleurs dans chaque position, les groupes suivent les rotations correspondant à leur place.

La distance d'anti-induction entre combinés du 1^{er} ordre et circuits simples est également de 32 km.

Cette disposition est donc acceptable, mais elle suppose l'existence d'une seule combinaison secondaire. Pour en réaliser deux autres, on peut choisir la distance de 8 km. comme longueur séparant deux permutations; km. 0, 8, 16, pour un des systèmes, et 4, 12, pour le second. Mais pour arriver à anti-inducter entre eux les circuits correspondants dans tous les cas, il faudra faire permuer entre eux les deux fils de chaque circuit (double rotation) au km. 16, 48, etc. La compensation ne sera complète qu'au bout de 64 km.

On voit donc que le système envisagé se prête assez mal à la multiplication du nombre des combinés du 2^e ordre; on se l'explique aisément si on songe que la combinaison introduit encore $n/2$ pas différents, n étant le nombre de groupes susceptibles d'être ainsi associés, et que de plus elle change la place des groupes élémentaires. On peut, là encore, chercher à réduire le nombre des pas de permutation; on y arriverait en combinant entre eux, non plus deux groupes voisins, mais deux groupes en diagonale et en les faisant tourner autour de leur milieu avec ceux de l'autre diagonale. On obtiendrait ainsi l'anti-induction de deux combinaisons du 2^e ordre, et par le fait même, celle de la combinaison du 3^e ordre obtenue avec ces deux premières (pourvu que l'on procède par quarts de tour).

Malheureusement, ce procédé se heurte à de sérieuses difficultés. D'abord, la surface embrassée par les circuits combinés du

2^e ordre est encore plus grande que dans le cas précédent (fig. 4).

Il ne sera possible d'amener la compensation d'induction entre circuits correspondants, qu'après une distance fort longue (4 lon-

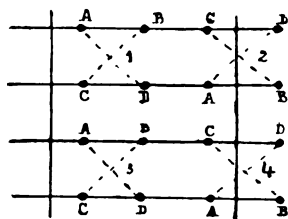


Fig. 1.

gueurs de permutation dans le cas où un seul ensemble tourne ainsi). L'influence résiduelle pourra être sensible. Enfin, le combiné du 2^e ordre lui-même, ne sera anti-inducté par rapport aux courants télégraphiques qu'après une rotation complète comprenant quatre permutations. Deux ensembles permutant aux mêmes intervalles mais décalés d'une demi-longueur, ne seront pas anti-inductés. On ne pourra donc admettre ici comme distance élémentaire que 4 km. et 8 km., soit deux systèmes de quatre groupes. L'anti-induction télégraphique sera réalisée respectivement au bout de 16 et 32 km., pour les combinés du 2^e ordre, de 8 et 16 pour ceux du 3^e. Les mêmes règles de croisements spéciaux que précédemment pourront s'appliquer.

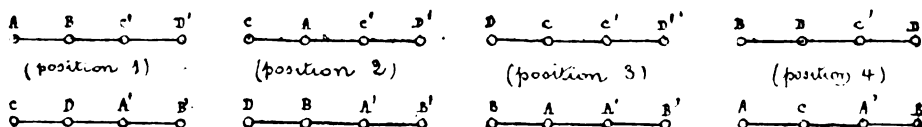


Fig. 5.

Le circuit combiné du 3^e ordre aurait par rapport à l'induction télégraphique, un coefficient bien moindre que ceux du 2^e. Il serait donc beaucoup plus praticable.

En somme, les combinaisons d'ordres 2 et 3 ne peuvent être réalisées qu'au prix de quelques difficultés, mais elles sont

possibles, si on limite à trois ou quatre le nombre des combinaisons du 2^e ordre à constituer sur une même ligne. Pour en faciliter la constitution, dans le cas où la nature des circuits la rendrait désirable, il y aurait lieu ;

1^o De donner autant que possible le même diamètre aux fils des quatre groupes A, B, C, D, formant carré, les fils télégraphiques étant mis à part ;

2^o D'appliquer les lois spéciales des rotations doubles ou des suppressions, non pas aux quatre groupes d'une même traverse, mais à ceux du même carré.

Cette dernière mesure n'est pas indispensable, mais elle aurait l'avantage, au cas de mise en service d'une combinaison d'ordre supérieur, de faire porter exclusivement les remaniements sur des fils suivant déjà la même loi.

III

ANTI-INDUCTION DANS LE CAS GÉNÉRAL.

INDUCTION DE DEUX CIRCUITS DANS LE MÊME PLAN.

Nous avons vu qu'on avait imaginé le système des groupes en forme de carré pour supprimer l'induction entre deux circuits. Ce procédé n'est pas le seul qui conduise à ce résultat.

On peut chercher à supprimer l'induction, soit par la position *constante* des deux circuits, soit par les compensations qui se produisent lors de leur rotation *commune*.

1^o Nous avons déjà donné un exemple de ce dernier procédé, celui de deux circuits formant un quadrilatère et effectuant leur rotation en quatre stades.

On peut encore faire tourner deux circuits parallèles inclinés à 45° sur la droite joignant leur milieu, suivant la même loi, mais en sens inverse l'un de l'autre ; après chaque quart de tour l'induction reste la même en valeur absolue mais change de signe.

Malheureusement, si les deux circuits sont perpendiculaires, le coefficient d'induction conserve le même signe après rotation :

on ne peut donc pas appliquer ce principe pour anti-inducter entre eux deux groupes de circuits en diagonale (v. fig. 6).

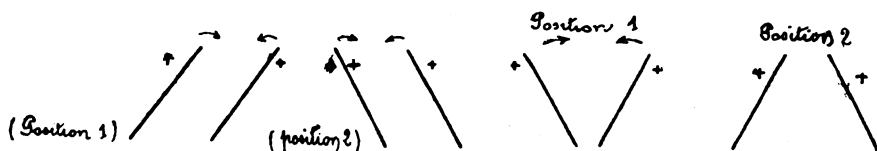


Fig. 6.

2° Pour que, sur une longueur quelconque, deux circuits bifilaires parallèles dont les traces sur un plan perpendiculaire sont respectivement A, B, et C, D, soient sans influence l'un sur l'autre il faut, et il suffit, que les distances entre fils vérifient l'équation :

$$R_{ad} \times R_{cb} = R_{ac} \times R_{bd} \text{ ou que } \frac{R_{ac}}{R_{cb}} = \frac{R_{ad}}{R_{bd}} = K$$

K étant un nombre quelconque.

Supposons A et B donnés, sur une ligne horizontale par exemple ; à chaque valeur de K, correspond un cercle dont le centre se trouve sur la droite A B. En choisissant deux points de ce cercle, on obtient un circuit anti-inducté par rapport à A B.

Si $K = 1$, le cercle se confond avec la droite perpendiculaire au milieu de A B.

On peut donc réaliser en quelque sorte trois degrés d'anti-induction entre circuits :

a) Si C et D forment avec A et B un losange, chaque fil se trouve également influencé par les deux conducteurs de l'autre circuit et échappe ainsi à toute action ; si l'un des fils est coupé ou déséquilibré, l'induction reste nulle ; de même est nulle l'action d'un télégraphe fonctionnant par appropriation sur le circuit conjugué.

b) Si C et D sont sur la perpendiculaire à A B, mais en des points quelconques, les fils C et D sont également influencés par A et B mais A et B ne le sont point par C et D. A et B sont donc le siège de courants égaux qui s'équilibrent ; si l'un de

ces deux fils est coupé ou déséquilibré, l'induction se fera sentir.

c) Enfin, dans le cas général, chaque fil est parcouru par un courant d'induction, mais l'intensité de ce courant est la même pour les deux conducteurs d'un circuit ; tout défaut sur un fil quelconque cause donc immédiatement un trouble sur les deux lignes.

Le premier système, celui du carré, est donc le plus parfait ; il a de plus l'avantage de donner, au point de vue de la capacité électrostatique et de l'induction, une symétrie parfaite entre les circuits.

Mais, à titre de curiosité, la possibilité de ces autres modes d'anti-induction mérite d'être signalée, d'autant plus qu'elle explique peut-être les phénomènes de « silence » entre paires constatés plusieurs fois dans des câbles souterrains, alors que d'autres paires s'influençaient. On conçoit, étant donné le grand rapprochement des deux fils d'un circuit dans un câble, qu'une très faible différence de distance ou d'orientation entre les conducteurs puisse réaliser les conditions d'anti-induction vues plus haut, ou s'en écarter sensiblement.

Il résulte des remarques précédentes qu'il existe une infinité de circuits parallèles à un circuit donné et sans influence sur lui, et, en particulier, une infinité de circuits sur la même droite ; à chaque valeur de K correspondent, en effet, deux points C et D sur AB (v. fig. 7).

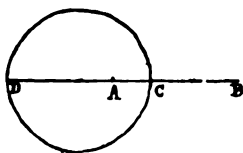


Fig. 7.

Cette observation permet de discuter une question relative aux lignes d'abonnés urbains. Ces circuits sont toujours posés horizontalement, et, en général, à deux par plans. Bien qu'en règle normale, les deux fils d'un même circuit doivent être voisins, l'habitude s'est établie, dans certains départements, de les faire chevaucher avec ceux de la ligne voisine, comme l'indique la

figure. On peut plus commodément ainsi passer à l'armement en diagonale sans faire croiser les conducteurs. On fait encore valoir que, sur les artères considérées, les fils sont distants de 20 cm. à peine, et par suite se touchent assez fréquemment. Or, si un conducteur d'un circuit touche celui de la ligne voisine, il produit un mélange, mais n'interrompt pas complètement la communication, comme dans le cas d'une « boucle » franche ; de plus, la reconnaissance du circuit mêlé donne une indication qui facilite la localisation ; enfin on pourrait dire, lorsque la ligne est longue, que la capacité électrostatique du circuit se trouve réduite.

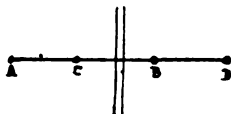


Fig. 8.

Puisqu'on peut réaliser l'anti-induction entre deux circuits AB, CD, chevauchant l'un sur l'autre, on serait tenté de croire que la disposition dont nous venons de parler est aussi la meilleure au point de vue de l'induction ; mais, si B est au milieu de CD, le point conjugué de AB est à l'infini ; donc pour satisfaire pratiquement à la condition d'anti-induction il faut que B se rapproche sensiblement de C. Il est facile de voir quel est l'encombrement minimum que l'on peut obtenir en satisfaisant à l'équation d'anti-induction. Soit d la distance BC que nous choisirons la plus petite possible (en pratique 20 cm.). La distance AD est donnée par l'égalité :

$$AD = AC + CB + BD, \text{ d'autre part } \frac{AC}{AD} = \frac{BC}{BD} = \frac{d}{BD} = K$$

$$\text{d'où } AD = d \frac{K + 1}{K \times (1 - K)}$$

Le minimum de cette valeur est facile à trouver, c'est :

$$AD = d (3 + 2\sqrt{2}) = 5,8 d$$

au lieu de 3 d , qui est l'encombrement minimum qu'on peut

admettre pour éviter le mélange de fils. Si $d = 20$ cm., $AD = 1$ m. 16. Le système est donc peu pratique.

Considérons maintenant l'armement normal pour lignes d'abonnés sur potelets : si on fait chevaucher les fils des deux circuits, on obtient comme coefficient d'induction mutuelle :

$$\log. e \frac{3 \times 1}{1 \times 1} = 1,098$$

et si on place les fils suivant la disposition réglementaire :

$$\log. e \frac{2 \times 2}{3 \times 1} = 0,288$$

L'induction est donc près de 3 fois plus forte dans le cas du chevauchement : elle est une fois $1/2$ supérieure à la valeur correspondant à deux circuits placés l'un au-dessous de l'autre (1). Ce système sera donc à rejeter chaque fois que le parallélisme des lignes atteindra une longueur notable.

(1) De plus, elle augmente le coefficient entre deux circuits sur plans voisins (1,6 au lieu de 0,7) par suite de l'accroissement de la surface embrassée par ces deux circuits.

Service d'Études et de Recherches Techniques
DE L'ADMINISTRATION DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

L'utilisation directe des courants alternatifs industriels au bureau télégraphique de Brest.

Quelques indications succinctes ont déjà été données (1) sur la nouvelle installation du bureau télégraphique de Brest dans laquelle, pour la première fois, l'Administration a essayé d'éliminer complètement les piles et d'alimenter directement les appareils télégraphiques par des courants industriels alternatifs redressés.

Cet essai ayant donné toute satisfaction, l'application de ce principe sera poursuivie, en utilisant, successivement, les différents types de redresseurs connus jusqu'à ce jour, et en les comparant les uns aux autres, afin de déterminer les caractéristiques d'une installation-type destinée à être ultérieurement reproduite dans les principaux centres de dépôts télégraphiques. Voici la description détaillée de l'installation de Brest où le redresseur utilisé est une ampoule à vapeur de mercure.

La figure 1 représente le schéma de principe de cette installation : un convertisseur à vapeur de mercure branché sur le réseau de distribution électrique de courants alternatifs triphasés de la Compagnie d'Électricité de Brest alimente en courant continu, par l'intermédiaire d'une batterie-tampon d'accumulateurs, les appareils télégraphiques Morse, Hughes et Baudot.

La batterie-tampon a son milieu raccordé à la terre du bureau et ses bornes extrêmes raccordées aux barres de distribution de la batterie télégraphique universelle (positive et négative) dans

(1) *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, n° 2, 1918, p. 354-356.

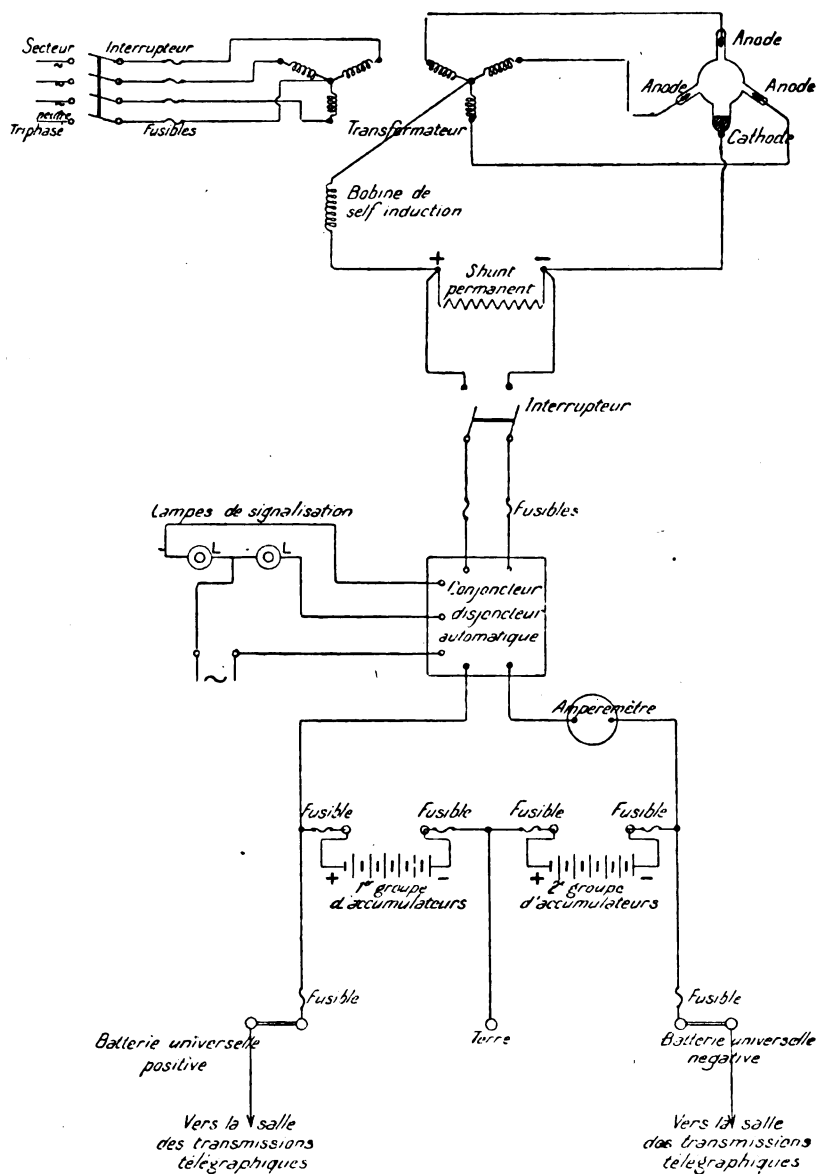


Fig. 1. — Schéma de principe de l'installation de batterie centrale télégraphique de Brest.

la salle des transmissions où se trouvent les appareils télégraphiques.

Le voltage entre « bornes continu » du convertisseur à vapeur de mercure varie entre 325 volts et 350 volts, suivant les fluctuations de tension du secteur. La batterie se compose de deux groupes de 80 éléments d'accumulateurs au plomb, ce qui donne comme tension d'équilibre $2 \times 160 = 320$ volts. Il en résulte que la batterie, normalement raccordée en tampon aux bornes « continu » du redresseur ne débite pas : elle se charge légèrement ou n'est parcourue par aucun courant.

Afin que l'ampoule à vapeur de mercure reste allumée quelle que soit l'intensité débitée dans l'installation télégraphique, un shunt est branché d'une façon permanente entre les bornes « continu » du convertisseur. La résistance de ce shunt permanent est telle que, pour la tension normale de 330 volts aux bornes du convertisseur, il soit parcouru par un courant d'une intensité juste suffisante pour que l'arc reste allumé (entre 1 amp., 5 et 2 amp). De cette façon l'ampoule ne s'éteint jamais, même si aucun appareil télégraphique ne transmet.

Lorsque, par suite d'une baisse de la tension entre bornes « continu » pour une cause quelconque, le courant tend à changer de sens et à s'écouler de la batterie dans le shunt permanent du redresseur (1), la communication entre le convertisseur à vapeur de mercure et la batterie-tampon est coupée par le jeu d'un disjoncteur automatique à retour de courant (2). Dans ce cas, la batterie-tampon en se déchargeant fournit le courant continu nécessaire aux appareils télégraphiques. Les accumulateurs

(1) Aucun courant provenant de la batterie d'accumulateurs ne peut traverser l'ampoule, car à l'intérieur de cette ampoule le courant ne peut s'écouler que des électrodes de charbon ou anodes vers l'électrode de mercure (ou cathode).

(2) Le fonctionnement du disjoncteur automatique, quelle que soit la sensibilité de cet appareil, prend nécessairement un certain temps. Pour retarder le retour vers la cathode du courant de la batterie (retour de courant qui, pour la moindre baisse du voltage aux bornes du convertisseur, provoquerait une extinction de l'arc à vapeur de mercure), il a été jugé utile de placer une bobine de self-induction sur le parcours du courant redressé entre la cathode et la batterie-tampon.

ont une capacité de 30 ampère-heures : comme la consommation du bureau télégraphique est au maximum de 3 ampères, la batterie peut alimenter le bureau pendant 10 heures, durée supérieure à celle de toutes les interruptions qui se produisent normalement dans le secteur de distribution électrique (le cas de grève étant naturellement excepté).

Lorsque la tension aux bornes « continu » du redresseur se relève et devient supérieure à la tension aux bornes de la batterie-tampon, la communication entre le convertisseur et la batterie est rétablie, par le jeu d'un conjoncteur automatique fonctionnant en voltmètre différentiel.

En résumé, le commutateur automatique placé entre le redresseur et la batterie-tampon fonctionne en disjoncteur en cas de retour de courant et en conjoncteur lorsque la tension aux bornes « continu » du redresseur devient supérieure à la tension aux bornes de la batterie. En cas de disjonction une lampe de signalisation rouge s'allume : l'agent chargé de l'entretien de l'installation est ainsi informé que le courant alimentant les appareils télégraphiques provient de la batterie d'accumulateurs et non plus du secteur de distribution électrique. Si cet état de choses dure plus d'une demi-heure (durée maximum des interruptions habituelles du secteur), cet agent téléphone à la Compagnie d'électricité et demande des explications sur la cause de l'interruption et sur sa durée probable. Si l'état de choses normal doit se rétablir dans moins de 3 ou 6 heures, il laisse la batterie-tampon se décharger ; sinon, il prépare la pile de secours, dont les éléments sont toujours montés mais vides. Ceci sera d'ailleurs exceptionnel.

En cas de conjonction, la lampe rouge s'éteint et une deuxième lampe de signalisation (blanche) s'allume : ce signal signifie que la situation normale est rétablie et que l'énergie fournie aux appareils télégraphiques provient directement du secteur. Cette lampe blanche sert, en outre, à éclairer le panneau de marbre du convertisseur.

En dehors du shunt permanent et du conjoncteur-disjoncteur automatique, le tableau du convertisseur dont la figure 2 repré-

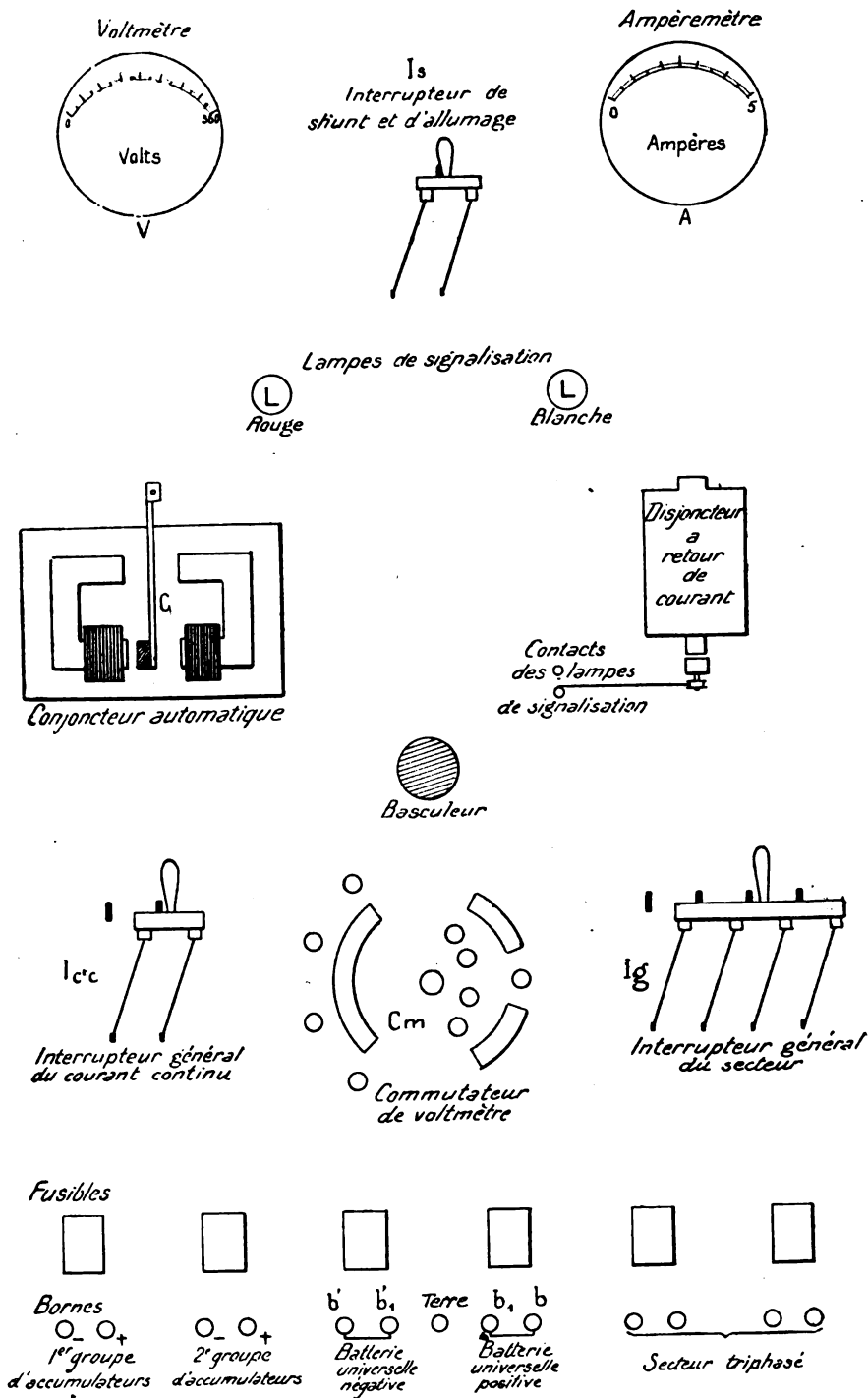


Fig. 2. — Face antérieure du tableau du convertisseur à vapeur de mercure.

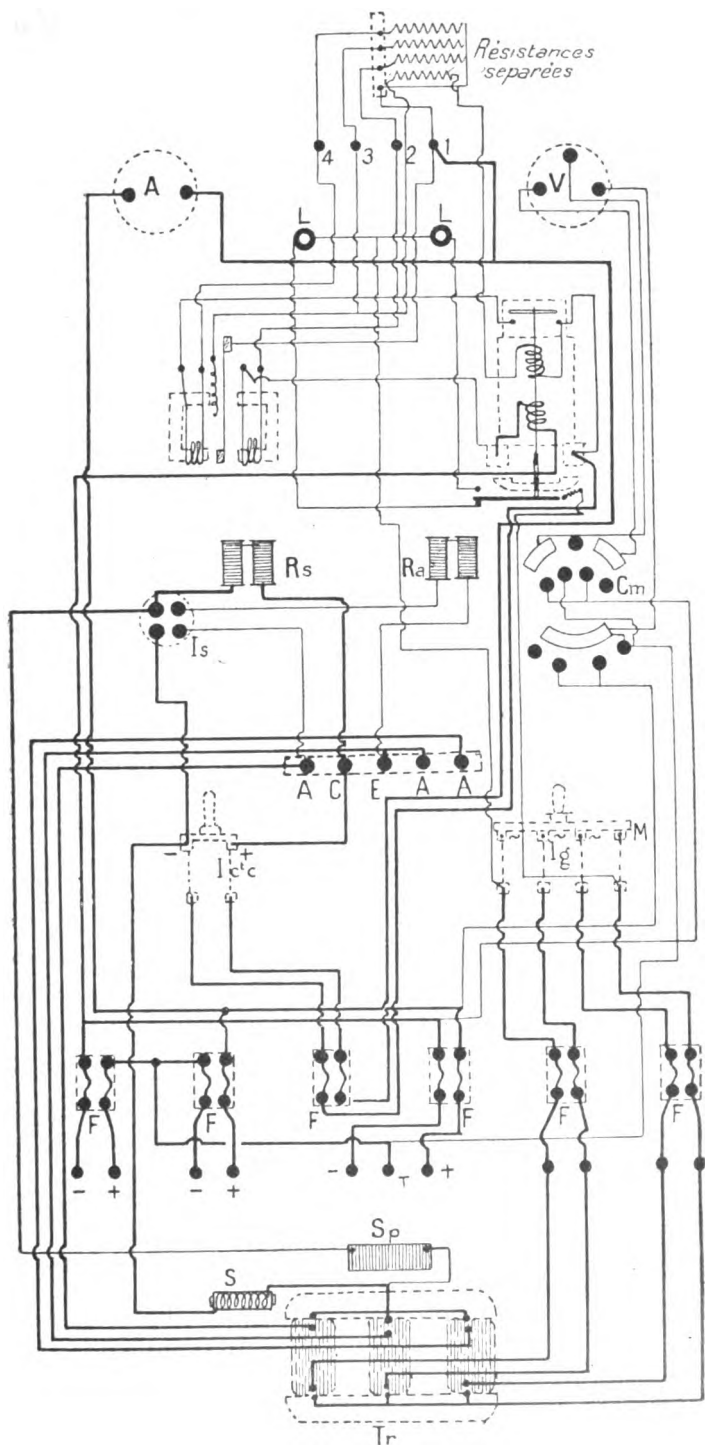


Fig. 3. — Schéma détaillé du montage du convertisseur à vapeur mercurielle.

sente l'aspect général et dont la figure 3 donne le schéma de montage détaillé, comporte les organes suivants :

a) *Basculeur, interrupteur et résistance d'allumage.* — Un bouton molleté placé au centre du panneau permet d'incliner l'ampoule afin d'amener le mercure de la cathode jusqu'à l'anode auxiliaire placée à proximité de cette cathode. Dès lors, un circuit de faible résistance se ferme par ces deux électrodes en contact, par la résistance d'allumage R_a , par une des branches de l'interrupteur d'allumage et par une partie d'un des enroulements secondaires du transformateur. Un courant assez intense parcourt ce circuit et lorsqu'on abandonne le bouton du basculeur et qu'on laisse l'ampoule revenir à sa position normale sous l'influence d'une masse formant contre-poids, un arc s'établit de lui-même entre la cathode et l'anode auxiliaire, comme dans les lampes à arc voltaïque. Cet arc auxiliaire chauffe le mercure d'où résultent une production de vapeur mercurielle et une émission par le mercure d'électrons dont les chocs ionisent l'atmosphère mercurielle et la rendent conductrice. En même temps l'autre branche de l'interrupteur d'allumage court-circuite une partie du shunt permanent afin de réduire la résistance branchée entre les bornes « continu » du redresseur. Pour toutes ces causes, des arcs s'établissent entre les 3 anodes principales et la cathode, et le régime permanent est atteint d'une façon stable dans l'ampoule au bout d'une ou deux minutes au plus. A ce moment, on ouvre l'interrupteur d'allumage afin de mettre hors circuit la résistance d'allumage qui ne pourrait supporter longtemps un courant d'intensité élevée et afin de rendre au shunt permanent sa résistance normale correspondant au courant minimum nécessaire pour maintenir l'ampoule allumée.

b) *Interrupteurs et fusibles.* — A l'arrivée du secteur sont placés un interrupteur à 4 branches et des fusibles de protection fondant pour un courant alternatif double du courant maximum que peut normalement absorber le convertisseur (courant maximum égal à 5 ampères).

Entre le shunt permanent et le conjoncteur-disjoncteur auto-

matique sont placés un interrupteur à 2 branches et des fusibles fondant pour un courant de 8 ampères.

Quatre fusibles fondant pour un courant de 10 ampères sont placés à l'arrivée des conducteurs de jonction entre la batterie d'accumulateurs et le tableau du convertisseur. Deux fusibles

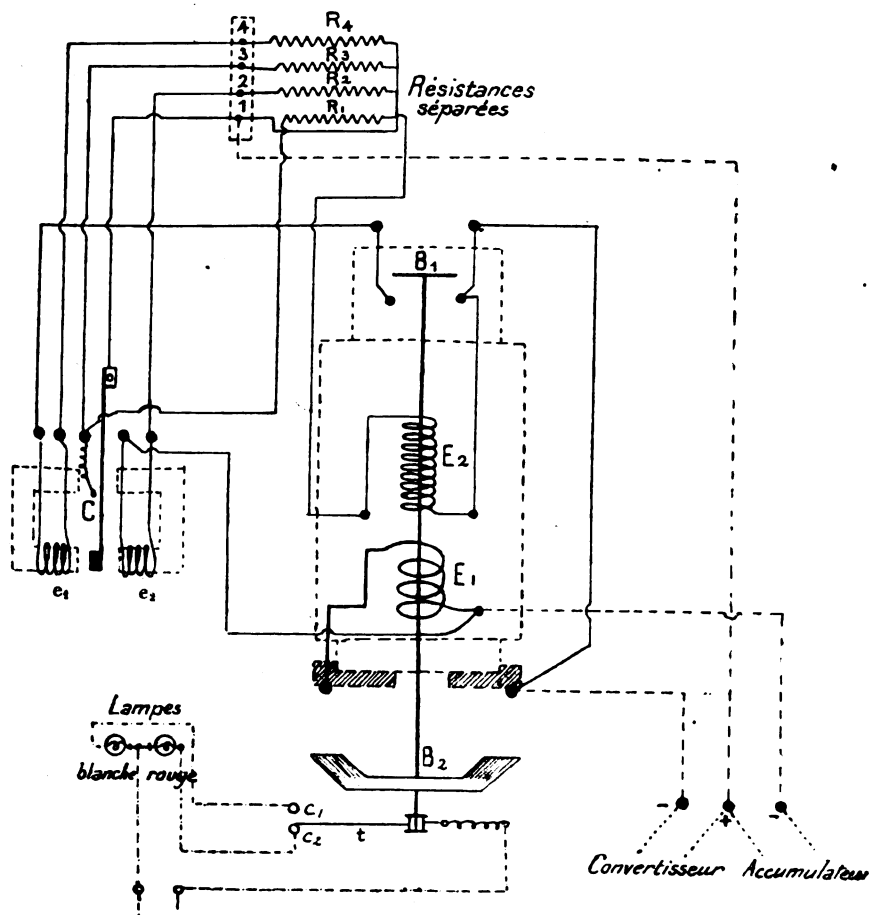


Fig. 4. — Schéma des connexions du conjoncteur-disjoncteur automatique.

fondant pour un courant de 4 ampères sont placés au départ des jonctions entre le convertisseur et la salle des transmissions télégraphiques.

c) *Instruments de mesure.* — Un ampèremètre gradué de 0 à 5 ampères (50 divisions) est intercalé entre le conjoncteur-disjoncteur et la borne $+$ de la batterie-tampon. Cet appareil indique l'intensité du courant redressé qui passe dans la batterie-tampon et dans l'ensemble de l'installation télégraphique. Cette intensité ne doit pas excéder 3 ampères, puisque 2 ampères traversent déjà le shunt permanent et que l'ampoule à mercure est faite pour supporter un courant de 5 ampères.

Un voltmètre avec commutateur de voltmètre permet de mesurer le voltage aux bornes de la batterie-tampon ainsi que les voltages entre la terre d'une part, et les bornes des batteries télégraphiques universelles positive et négative. Ce voltmètre a deux sensibilités :

0-180 v (échelle noire)

0-360 v (échelle rouge).

Sa graduation comporte 180 divisions.

La figure 3 donne le schéma détaillé du montage du tableau du convertisseur. La figure 4 représente les connexions du conjoncteur-disjoncteur automatique.

Le disjoncteur proprement dit (à droite de la figure 4) est un électro-aimant à 2 enroulements, l'un en gros fil E_1 et l'autre en fil fin E_2 : son armature se termine par deux barres métalliques B_1 et B_2 et porte en outre une tige métallique t .

C'est la barre B_2 qui établit la connexion entre la batterie d'accumulateurs et le convertisseur (dont les pôles négatifs sont raccordés d'une façon permanente), lorsque l'armature du disjoncteur est retenue dans sa position supérieure sous l'action combinée des 2 enroulements E_1 et E_2 ; ceci exige : 1° que le contact C du disjoncteur (à gauche sur la figure 4) soit fermé pour que l'enroulement E_2 soit alimenté par le convertisseur, et 2° que le courant s'écoule à travers l'enroulement E_1 en allant du convertisseur vers la batterie d'accumulateurs, car un courant circulant en sens inverse ferait produire par l'enroulement E_1 une action antagoniste.

Le conjoncteur proprement dit (à gauche sur la figure 4) est un ensemble de deux électro-aimants à armature commune dont

les enroulements e_1 et e_2 sont branchés comme un voltmètre respectivement entre les bornes du convertisseur et entre les bornes de la batterie-tampon. L'enroulement e_2 est raccordé d'une façon permanente aux accumulateurs, l'enroulement e_1 n'est au contraire raccordé au convertisseur que si la barre B_1 , et par suite l'armature du disjoncteur, est dans sa position inférieure.

Lorsque le voltage aux bornes du convertisseur est supérieur au voltage aux bornes des accumulateurs, l'action de e_1 l'emporte sur celle de e_2 et le contact C se ferme. Dès lors, du courant passe dans E_2 et l'armature du disjoncteur monte de sa position inférieure vers sa position supérieure. Le contact entre la barre B_2 et les pièces polaires s'établit ; un courant parcourt E_1 dans le sens convenable pour assurer le collage de la barre B_2 contre ses pièces polaires. En même temps, le circuit de la lampe blanche de signalisation se ferme par le contact entre la tige t et la butée c_1 .

Si, par suite d'une baisse de tension aux bornes du convertisseur, le courant tend à s'inverser et à circuler de la batterie vers le convertisseur, l'action de E_1 s'oppose à celle de E_2 : l'armature du disjoncteur retombe dans sa position inférieure et la connexion est coupée entre le convertisseur et les accumulateurs. En même temps, la lampe blanche s'éteint et le circuit de la lampe rouge se ferme par le contact entre la tige t et la butée c_2 .

Lorsque la tension s'élève de nouveau aux bornes du convertisseur et devient supérieure au voltage de la batterie, les choses recommencent comme précédemment.

La mise en service de l'installation de Brest s'est effectuée de la manière suivante : Le tableau du convertisseur étant scellé au mur et raccordé au secteur triphasé, la batterie d'accumulateurs étant, d'autre part, complètement montée, on a procédé à la première charge de réduction de cette batterie. Pour cela il fallait donner à ces accumulateurs une charge égale environ à 7 fois la capacité normale (soit 210 ampère-heures). Comme en fin de charge, le voltage est de 2 volts 7 par élément et qu'on disposait aux bornes du convertisseur d'une tension redressée de 340 volts seulement, il a été nécessaire d'effectuer séparément et successi-

vement la réduction de chacun des deux groupes de 80 éléments constituant la batterie. Pour réduire les accumulateurs du 1^{er} groupe, on le raccorda aux bornes correspondantes du tableau du convertisseur. On brancha entre les bornes destinées aux jonctions avec le 2^e groupe une résistance liquide constituée par deux électrodes de plomb plongeant dans un baquet d'eau (cette résistance peut être diminuée progressivement de deux façons en rapprochant les électrodes ou en mettant dans l'eau quelques gouttes d'acide). On déconnecta le shunt permanent et, en réglant convenablement la résistance liquide, on fit passer pendant 12 heures dans ce 1^{er} groupe d'accumulateurs un courant d'une intensité constante de 5 ampères. Puis on arrêta la charge pendant une heure et on la reprit pendant l'heure suivante, deux ou trois fois de suite, jusqu'à ce que, dès le début d'une reprise de charge, on constate, dans chaque élément, un bouillonnement immédiat et uniforme sur les deux plaques à la fois.

On procéda de la même manière avec le 2^e groupe d'accumulateurs. Lorsque la réduction de la batterie fut complète, on raccorda normalement les deux groupes d'accumulateurs au tableau du convertisseur; on raccorda de nouveau le shunt permanent et l'on relia les conducteurs d'alimentation des appareils télégraphiques aux bornes *b* et *b'* marquées « batterie universelle + et — » sur le tableau (figure 2).

Les premiers essais de transmission télégraphique avec le courant industriel alternatif redressé eurent lieu sur un des fils exploités au Baudot avec Paris et donnèrent un résultat satisfaisant. Peu à peu, la nouvelle source d'énergie fut mise en service sur toutes les installations Baudot et ensuite, sur les Hughes et le tableau des Morse de Brest central. Cette installation ne demande presque aucun entretien, à part l'entretien normal des bacs d'accumulateurs. De temps en temps, tous les deux ou trois mois environ, il est nécessaire de procéder à une surcharge de la batterie-tampon. On opère de la manière suivante, en traitant successivement les deux groupes d'accumulateurs.

Pour surcharger le 2^e groupe d'accumulateurs, par exemple, on substitue au 1^{er} groupe une résistance liquide (fig. 5). Avec des

éléments de la pile de secours (quell'on conserve toujours montée mais sans liquide, pour le cas où le secteur serait interrompu pendant plus de 8 ou 10 heures), on constitue deux piles égales, de force électromotrice variant par bonds de 10 volts jusqu'à 60 volts, et on les branche entre les bornes b , b_1 et b' , b'_1 du tableau du convertisseur (après avoir naturellement détaché les barres

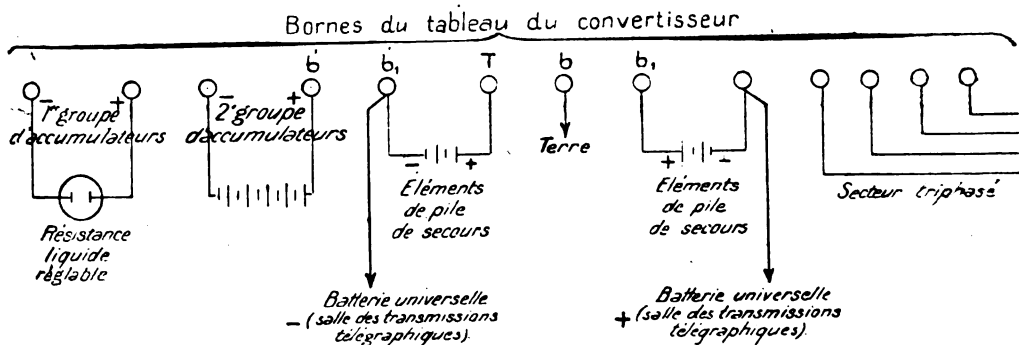


Fig. 5. — Connexions pour la surcharge des groupes d'accumulateurs.

métalliques qui normalement relient les bornes b , b_1 et b' , b'_1). De cette manière une pile de force électromotrice successivement égale à 10, 20, 30, 40, 50 et 60 volts se trouve *en série* avec la résistance liquide aux bornes de laquelle la tension décroît progressivement pendant l'opération de surcharge. De même, une pile de force électromotrice égale successivement à 10, 20, 30, 40, 50, 60 volts se trouve *en opposition* avec le groupe d'accumulateurs aux bornes duquel la tension croît progressivement pendant l'opération de surcharge.

En réglant convenablement les voltages de ces deux piles au fur et à mesure qu'on modifie la résistance liquide, on arrive à surcharger complètement le 2^e groupe d'accumulateurs sans que les tensions entre les bornes T et b d'une part, T et b' d'autre part, varient sensiblement : par suite, il n'en résulte aucun trouble dans le fonctionnement des appareils télégraphiques. D'autre part, cette opération oblige à s'assurer périodiquement du bon état de la pile de secours, ce qui constitue une mesure de prudence

utile. Cette opération de surcharge dure environ 2 ou 3 heures pour chacun des groupes d'accumulateurs et elle doit être effectuée à intervalles réguliers (au moins tous les 3 mois).

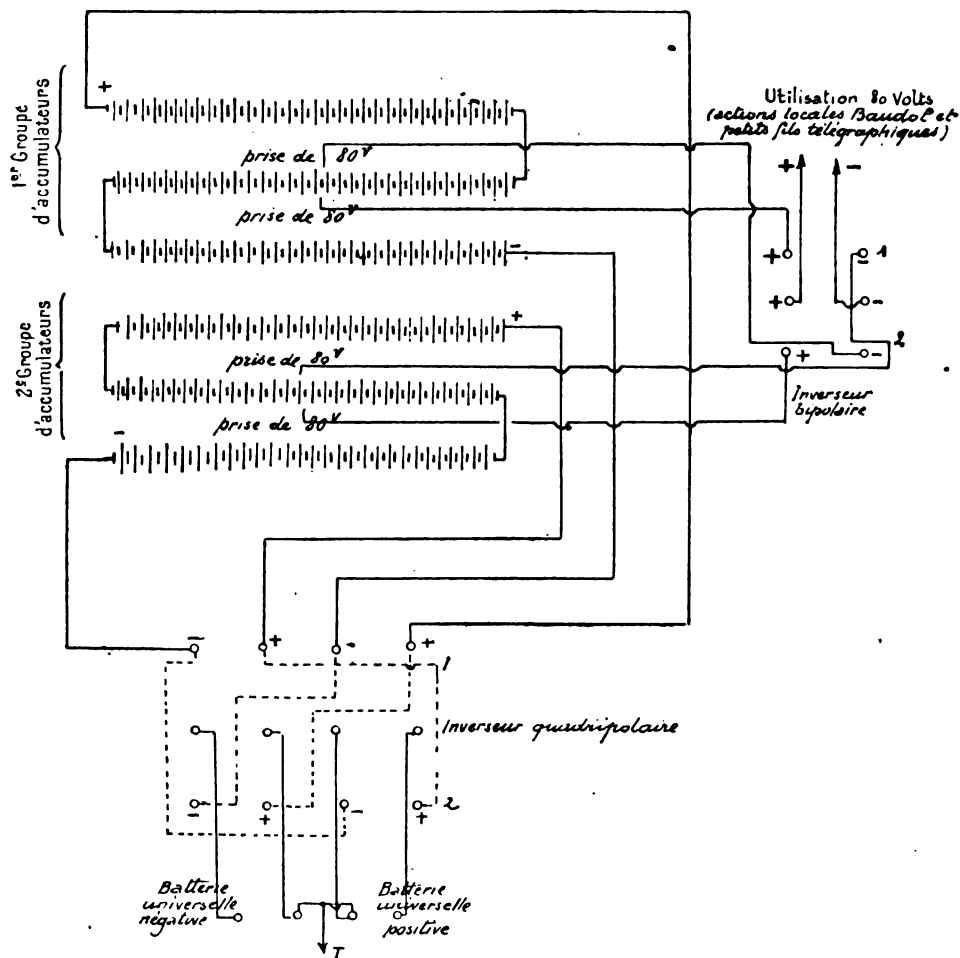


Fig. 6.

Pour éviter que, par suite d'une mauvaise répartition de la charge sur les batteries universelles positive et négative dans la salle des transmissions télégraphiques, on fasse travailler un des groupes d'accumulateurs plus que l'autre pendant un temps con-

sidérable, ce qui provoquerait un déséquilibre de voltage entre la batterie positive et la batterie négative, on a intercalé entre les accumulateurs et les bornes de la batterie télégraphique universelle un interrupteur à 4 branches permettant d'alterner chaque jour les deux groupes d'accumulateurs afin de maintenir leur voltage au même niveau (figure 6).

En vue de l'emploi du courant redressé pour les actions locales des appareils Baudot et pour la transmission sur les petits fils télégraphiques, on a branché des prises de $+80$ volts et -80 volts au milieu de chacun des groupes d'accumulateurs. Afin de faire travailler uniformément tous les bacs, un deuxième inverseur bipolaire a été monté conformément aux indications de la figure 6. La position de cet inverseur bipolaire est naturellement fonction de celle de l'inverseur quadrupolaire précédent.

Pour supprimer les piles locales des Baudots, on aurait pu également utiliser un groupe moteur-générateur constitué par un moteur à courant continu (excitation shunt) branché aux bornes de la batterie-tampon, alimenté normalement par le convertisseur sous 330 volts, et accouplé à une dynamo génératrice de courant continu sous 40 à 50 volts avec excitation shunt.

Cette dynamo aurait fonctionné sans arrêt, puisque, en cas d'interruption du secteur et d'extinction de l'ampoule à vapeur de mercure, le moteur qui l'entraîne aurait été alimenté par la batterie d'accumulateurs.

* Si un tel groupe moteur-générateur avait été mis en service, il eût été possible d'effectuer dans l'installation de Brest une modification qui aurait entraîné non seulement une grande simplification mais encore une amélioration notable dans le rendement en énergie de cette installation.

Avec un courant continu emprunté à la dynamo des actions locales Baudot et ayant une intensité de deux ampères environ, il est en effet possible d'entretenir d'une façon permanente un arc entre la cathode et l'électrode auxiliaire d'allumage de l'ampoule à vapeur de mercure. Dès lors, on est assuré qu'il existe toujours dans l'ampoule une atmosphère de vapeur mercurielle ionisée et à conduction électrique uni-dirigée, ou en d'autres termes que l'am-

poule constitue une soupape électrique prête à fonctionner à tout moment. Elle est tout à fait comparable à une lampe « Tungar » dans laquelle l'arc entre cathode et électrode auxiliaire joue le rôle du filament de tungstène chauffé par un courant électrique et la vapeur de mercure le rôle de l'argon.

Par suite, quel que soit le débit dans l'installation télégraphique, l'ampoule restera allumée, les arcs électriques s'établissant entre les 3 anodes principales et la cathode, chaque fois que la tension appliquée par le secteur de distribution électrique entre ces électrodes atteint sa valeur normale. Dans ces conditions, il

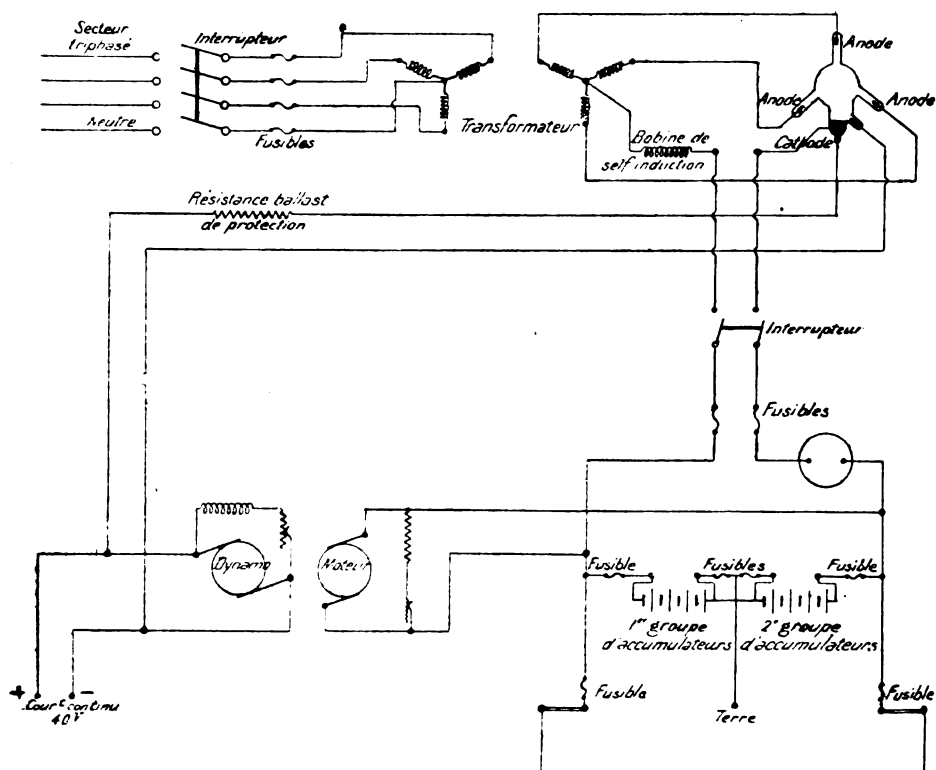


Fig. 7. — Schéma d'une installation du type Brest amélioré par l'emploi d'un groupe moteur-générateur.

est possible de supprimer le shunt permanent et le conjoncteur automatique. Le shunt permanent étant supprimé, il n'y a plus

lieu de craindre un retour du courant de la batterie d'accumulateurs vers le convertisseur et par suite le disjoncteur automatique devient lui-même inutile.

Dès lors, le schéma général de l'installation se simplifie considérablement et se réduit à celui de la figure 7.

D'autre part, du même coup, le rendement en énergie s'améliore. Dans l'installation actuelle, en effet, en dehors des pertes d'énergie dans le transformateur, dans l'ampoule (chute de tension intérieure) et dans les canalisations, on perd dans le shunt permanent une puissance d'environ 650 watts puisqu'un courant de 1 amp. 5 à 2 amp. en moyenne parcourt ce shunt aux bornes duquel le voltage est de 330 volts environ.

L'arc auxiliaire lui ne consommerait que 80 watts (2 ampères sous 40 volts). Mais il faut tenir compte de ce que cette puissance serait fournie par un groupe moteur-générateur de rendement total égal à 0,4 ou à 0,5 ; on doit donc compter comme puissance perdue pour maintenir l'ampoule allumée $\frac{80}{0,4} = 200$ watts dans le cas de l'arc auxiliaire au lieu de 650 watts dans les conditions actuelles : cela constitue une économie notable.

Un nouvel isolant : La Bakelite.

La bakelite est une substance résineuse artificielle possédant des qualités diélectriques puissantes. Elle a reçu son nom de celui du savant chimiste américain, le Dr Leo. H. Baekeland (de New-York) qui le premier a indiqué un procédé vraiment industriel et pratique de fabrication et d'utilisation de ce produit. Ses applications, en électrotechnique notamment, sont très nombreuses et très importantes.

La bakelite peut être employée pure ou mélangée à des corps inertes tels que l'amiante, le mica, la pâte à papier, la sciure de bois, des matières isolantes en poudre ou tous autres produits suivant le résultat à obtenir.

La bakelite donne à ces corps inertes de la cohésion et communique au mélange non seulement ses merveilleuses qualités

diélectriques, mais aussi ses propriétés de poli, d'inattaquabilité au point de vue chimique, de résistance à la chaleur, de dureté et de résistance mécanique. Dans ces mélanges, la bakelite se comporte comme le ciment dans le béton : de même qu'en variant les proportions de ciment et de sable ou de cailloux, on peut obtenir des bétons de caractéristiques très différentes suivant les usages que l'on a en vue, de même, en mêlant plus ou moins de corps inertes à la bakelite, on peut obtenir toutes sortes de substances isolantes possédant toutes de remarquables qualités diélectriques, mais ayant les propriétés mécaniques les plus diverses depuis les vernis fluides jusqu'aux masses compactes et rigides dont la résistance et la dureté égalent celles de l'acier. On conçoit que, dans ces conditions, une telle substance soit appelée à avoir les applications les plus étendues dans le domaine de l'électricité.

La bakelite pure est le produit de la « condensation » des phénols et des aldéhydes (en particulier de l'aldéhyde formique ou formol), le mot condensation étant pris ici dans son sens chimique, c'est-à-dire désignant la soudure de deux molécules par l'union d'un atome d'hydrogène H de la première et d'un atome d'oxygène O de la seconde afin de constituer le groupe O H.

Depuis les travaux de Bager, en 1872, dont le but était la production de masses plastiques destinées à remplacer les résines et gommes naturelles (gomme laque, copal, kauri, etc...) ainsi que le celluloid, de nombreux chercheurs ont étudié l'action des phénols sur le formol suivie de condensation en présence d'un acide. Mais les masses plastiques ainsi obtenues restèrent sans usage pratique car elles devaient, après leur formation, être chauffées avec une extrême lenteur sous peine d'un boursoufflement dû au dégagement gazeux du formol, de sorte que, même avec de grandes précautions, il était difficile d'obtenir un produit homogène sans soufflure.

C'est seulement vers 1902, que le Dr Leo Baekeland eut l'idée extrêmement ingénieuse, basée sur une connaissance intime des phénomènes de la dissociation chimique, de chauffer

le corps obtenu en même temps qu'il faisait agir sur lui une contrepression de gaz inerte (acide sulfureux, azote, acide carbonique, etc...). Dès lors, il ne se produisait plus aucun boursofflement et la masse plastique obtenue était apte à une foule d'applications. Une autre découverte de Baekeland, qui fut non des moindres, consista dans le fait de produire la condensation non plus par des agents acides, difficiles et dangereux à manier, mais par des agents alcalins beaucoup plus souples.

Lorsque l'on fait agir du phénol sur le formol sans agent de condensation, il se produit un corps liquide, soluble dans une foule de dissolvants organiques : c'est le *novolac*, base des matières succédanées des gommés et résines.

Si l'action du phénol sur le formol se produit sous l'influence d'un agent condensant acide ou basique, on obtient de la bakelite qui, sous l'action prolongée de la chaleur, se transforme et se présente successivement sous différents états auxquels correspondent des propriétés physiques et chimiques spéciales : trois de ces états sont nettement caractérisés et faciles à reproduire industriellement. Le chimiste Lehbach, qui à la suite du Dr Baekeland, a fait une théorie complète de cette question, propose la nomenclature suivante : 1° resol ou bakelite A ; 2° resitol ou bakelite B ; 3° résite ou bakelite C.

La bakelite A est le produit obtenu dès le début de la réaction indiquée ; elle est liquide, pâteuse ou solide suivant les agents de condensation employés ; sous forme solide, elle est collante comme la résine et se pulvérise facilement ; elle est soluble dans l'alcool, le phénol, la glycérine, l'acétone et dans d'autres dissolvants (notamment la lessive de soude).

Sous l'influence d'agents condensants les plus divers (en particulier des alcalis et sels à caractère alcalin) la bakelite A se déshydrate et donne la bakelite B, qui n'a plus de solubilité (seuls l'acétone, le phénol, l'essence de térébenthine la gonflent un peu), qui *n'est plus fusible, mais qui est encore plastique*.

Enfin, sous l'action de la chaleur *seule* (mais non plus des agents de condensation) la bakelite B se polymérise et se transforme en bakelite C qui est la forme ultime par excellence. La

bakelite C est infusible ; elle est dure et ne devient pas plastique, même sous l'action prolongée de la chaleur. Elle ne se pyrogène qu'au-dessus de 300° alors que la gomme laque ou les ébonites qui en contiennent sont atteintes dès 200°. Elle est insensible à l'action de tous les dissolvants ; elle reste inattaquable à tous les corps, même les plus corrosifs, en particulier au chlore (cependant l'acide sulfurique à 66° Baumé, l'acide nitrique fumant et les alcalis en fusion peuvent l'attaquer), elle résiste aux chocs, à la vapeur d'eau, aux intempéries. Son aspect, susceptible d'un beau poli, ne s'altère jamais tandis que les ébonites courantes contenant peu de caoutchouc brut « repoussent au soufre » c'est-à-dire verdissent et sont bientôt du plus vilain effet. Toutefois, la bakelite C n'est pas élastique et flexible, comme le celluloïd ou l'ébonite ; mais les propriétés des bakelites A et B permettent d'y remédier, en employant, quelle que soit la forme de l'objet qu'on désire réaliser en bakelite, le mode de moulage suivant imaginé par Baekeland et qui est d'une rare ingéniosité.

Partant de la bakelite A (sous la forme solide), on la pulvérise et on mélange 25 à 30 % de la poudre fine ainsi obtenue avec 75 à 70 % des corps inertes les plus divers qu'on se propose d'agglomérer. On moule sous presse chaude pendant cinq à dix minutes. Ceci a pour effet de transformer la bakelite A en bakelite B. (Les moules n'ayant été occupés que pendant quelques minutes, on réalise un gain énorme de matériel et de temps.)

A l'état B, la bakelite n'est plus fusible ; le mélange a pris la forme du moule et l'objet peut être démoulé impunément.

Tous les objets démoulés peuvent être alors soumis hors du moule à l'action d'un autoclave spécial nommé *bakeliseur* qui, amenant la bakelite à l'état C, donne à ces objets leurs qualités définitives de dureté, de solidité et de résistance mécanique.

Le bakeliseur se compose d'un récipient à parois très résistantes, à l'intérieur duquel on place les objets démoulés à bakeliser et dans lequel on fait arriver un gaz inerte sous pression élevée (acide carbonique liquéfié par exemple). Le bakeliseur est chauffé par un tube serpentin intérieur dans lequel circule de la

vapeur surchauffée ; on peut aussi plonger le bakeliseur dans un bain d'huile ou de sable chauffé graduellement ; on peut encore faire passer un courant de vapeur surchauffée autour du bakeliseur, entre une enveloppe extérieure et la paroi externe du bakeliseur.

On admet, comme mesure de sécurité consacrée par l'expérience, que la pression intérieure dans le bakeliseur doit être de deux atmosphères plus grande que la tension de vapeur correspondant à la température à laquelle on porte le bakeliseur : par exemple, si l'on chauffe cet appareil à 144° centigrades, température pour laquelle la table de Regnault donne une tension de vapeur d'eau de trois atmosphères, il faudra obtenir une pression d'acide carbonique de $3 + 2 = 5$ atmosphères.

Le traitement au bakeliseur se fait le plus souvent à la température de 175° avec une durée d'environ deux heures. Certaines substances ne supportant pas une température aussi élevée (le bois par exemple), on ne chauffe parfois que jusqu'à 140° , mais il faut alors prolonger la durée de l'opération.

Un grand avantage de la bakelite est le suivant : les articles en bakelite pure ou chargée peuvent être moulés avec toutes les insertions en cuivre que l'on veut (pas de vis, pièces diverses) de sorte que la pièce sort du moule et du bakeliseur, toute montée et prête à l'usage : après le moulage, aucune opération, plus ou moins longue et coûteuse (telle que perçage, filetage, etc...) n'est nécessaire. De plus, on peut, si on le désire, faire dans de telles pièces des soudures de fil, sans risquer de les abîmer, ainsi que cela se produirait avec les ébonites et certaines autres matières plastiques : cela est possible parce que les bakelites ne se carbonisent qu'au-dessus de 300° .

C'est surtout en électrotechnique que la bakelite peut rendre de grands services à cause de ses merveilleuses qualités diélectriques. Ces qualités varient un peu avec la composition du mélange de bakelite pur et de corps inertes dont on part. Les lames confectionnées à partir d'un mélange de 40 % de bakelite et de 60 % de sciure de bois résistent à 20.000 volts sous une épaisseur de 2 mm. à 3 mm. Les qualités mécaniques du produit

final dépendent encore davantage de la nature et de la proportion des corps inertes incorporés à la bakelite. On obtient une grande résistance mécanique en employant du sable, de l'émeri ou des matières fibreuses ; suivant les proportions observées, le mélange se laisse plus ou moins facilement façonner, limer ou scier.

Au point de vue de l'isolement des conducteurs électriques, la bakelite est supérieure au meilleur vernis et coûte moins cher. Si l'on coule de la bakelite A, liquide ou en solution fluide, dans l'enroulement d'un induit de dynamo ou d'une bobine de transformateur à haute tension, et si l'on soumet un tel induit, une telle bobine à l'action du bakeliseur (c'est-à-dire à un chauffage sous contre-pression) on obtient un bloc compact dans lequel la bakelite A s'est transformée en bakelite C. Les moindres circonvolutions de cet induit sont admirablement isolées avec un diélectrique aussi bon que la gomme laque, mais possédant en outre une résistance aux chocs et à la chaleur bien plus grande. Dans cette opération, il convient de laisser les pièces sécher très lentement au sortir du bakeliseur, de façon à perdre toute trace du dissolvant utilisé dans la bakelite A initiale ou toute trace d'humidité. On diminue beaucoup la durée de ce séchage en l'effectuant dans le vide.

Pour remplacer dans la confection des collecteurs de dynamo les lames de mica chères et d'insertion difficile, on emploie beaucoup aux États-Unis des produits appelés « micarta » ou « pertinase » qui sont constituées par du papier imprégné de bakelite.

La bakelite, sous la forme C, étant rigoureusement infusible, et résistant à des températures atteignant jusqu'à 300°, permet de soumettre les appareils électriques où elle sert d'isolant à des surcharges importantes et continues qui, avec d'autres diélectriques, seraient très dangereuses. L'isolement des armatures et des enroulements avec la bakelite permettra donc l'utilisation dans les moteurs et les générateurs électriques de courants d'intensité plus grande à égalité de section métallique dans les conducteurs ; elle rendra donc possible une économie de cuivre

dans les machines électriques. En outre, cet isolant, à cause de sa robustesse au point de vue mécanique, supporte parfaitement les chocs et, à cause de son inertie chimique, supporte l'action des intempéries, des poussières, etc. ; son emploi est donc particulièrement favorable en traction électrique.

La bakelite permet d'imprégner le bois dans toute son épaisseur de façon à donner aux bois très bon marché, très légers et très tendres, de remarquables qualités de dureté, de résistance aux actions mécaniques et chimiques et d'imputrescibilité. Les bois ainsi traités peuvent être utilisés dans toutes les applications des bois chers et durs tels que l'acajou et l'ébène et peuvent rendre en électricité industrielle de grands services, notamment pour la confection de tableaux de commande, de supports, d'appareils électriques, etc... (par exemple, de tables d'assemblage d'appareils télégraphiques).

Telles sont les principales applications électriques de la bakelite. Ce sont les plus importantes. Mais cette substance en a bien d'autres en toutes sortes de domaines. C'est ainsi qu'avec de la bakelite pure ou associée à des substances pulvérulentes, on fabrique des porte-plumes réservoir ou stylographes, des fume-cigarettes, des billes de billard, des clapets, des soupapes, des boutons, des manches de couteaux, des pierres à polir et à affûter extrêmement dures, des disques de phonographes ; on peut agglomérer des poils de brosses, émailler des métaux, imiter l'écume de mer, le jaspe, la steatite, les marbres, etc.

En ajoutant du graphite à la bakelite, on forme un composé anti-friction qui n'est pas attaqué par l'huile : les paliers qui en sont pourvus peuvent donc être lubrifiés en temps ordinaire avec de l'huile et le graphite sert de réserve dans le cas où le premier graissage viendrait à manquer. C'est ainsi qu'on a pu préparer des garnitures de presse-étoupe et des coussinets autolubrifiants dans lesquels on a pu faire tourner un arbre à 1.800 tours par minute pendant neuf heures, sans échauffement notable. De même on a réalisé à base de bakelite, avec un très grand succès, des trains d'engrenages très résistants et parfaitement silencieux.

L'industrie de la bakelite a pris aux États-Unis une grande

extension : elle y est vendue surtout sous la forme « bakelite-micarta » par la Westinghouse Company, et sous la forme « bakelite-dilecto » par la Continental Fibre C^o.

En Allemagne, avant la guerre, plusieurs maisons avaient entrepris l'exploitation en commun de cette invention sous la direction des Rütgerswerke A. G., de Berlin, qui étaient spécialisées dans la fabrication des goudrons et étaient par conséquent en état de fournir les matières premières entrant dans la préparation de la bakelite. Il est probable que la guerre, qui fut en Allemagne un puissant stimulant pour l'industrie chimique des succédanés artificiels permettant de remplacer toutes les substances naturelles faisant défaut à nos ennemis, a dû fortement contribuer au développement de l'industrie de la bakelite de l'autre côté du Rhin.

En France, cette industrie est à peine à son début et ce produit est encore rare sur le marché. Cependant la maison Lavalette et C^{ie} a monté, sur les indications de M. Baekeland lui-même, des laboratoires et des ateliers en vue des principales applications industrielles de la bakelite, notamment à l'électrotechnique et à la T. S. F.

Il faut espérer que cette industrie, intéressante à bien des points de vue, ne manquera pas de se développer dans notre pays comme chez notre alliée, l'Amérique. De nombreuses raisons permettent de l'espérer. La France est en effet devenue, du fait de la guerre, une énorme productrice de phénols. Par ses richesses forestières, elle peut et doit produire le formol à bon marché. Des substances aldéhydiques pourront être fournies très économiquement par de nombreuses industries, telle que celle du furfurol extrait des sons et rafles de maïs ou celle de l'acétylène.

D'autre part, le développement que ne manqueront pas de prendre dans notre pays les applications industrielles de l'électricité (et notamment la traction électrique) offrira à la bakelite d'importants débouchés commerciaux. Il y a donc lieu de penser que l'industrie de ce remarquable isolant sera bientôt florissante dans notre pays.

*
*
*

Roues des types en bakelite pour appareils télégraphiques Hughes et Baudot. — Le service d'Études a fait préparer des roues des types en bakelite, destinées à remplacer les roues en acier actuellement utilisées dans les appareils télégraphiques imprimeurs Baudot et Hughes. Ces roues, en bakelite, étant moulées au lieu d'être gravées comme les roues métalliques, coûteront moins cher et présenteront, d'autre part, une résistance mécanique au moins égale à celle des anciennes roues. Il convient de rappeler à ce sujet que la roue des types de l'appareil imprimeur américain Western Electric est en bakelite.

COMPTE RENDU DES PÉRIODIQUES

Revue française, par M. TAFFIN, Inspecteur des Postes et Télégraphes.
— Revues étrangères, par MM. HAMEL et REYNAUD-BONIN, Ingénieurs des Postes et Télégraphes.

PÉRIODIQUES EN LANGUE FRANÇAISE

La poste aérienne en France (*Revue hebdomadaire*, juin 1919).

— La première idée qui vient à l'esprit est celle de faire transporter les lettres par les avions. Dès la conclusion de l'armistice on a créé des lignes postales aériennes. Il y a eu certaines déconvenues provenant du fait que rien n'était organisé. Des avions s'abattirent au cours du trajet et brûlèrent. L'opinion publique s'alarma de ces accidents et s'imagina que le transport du courrier était pure folie. Cependant en regardant de près les états de service des avions postaux, on est obligé de constater que, pour un début, ce n'est déjà pas mal.

Ainsi sur la ligne « Paris-Lille », du 7 février au 10 avril on a transporté :

Trois cent soixante-dix-huit sacs de lettres, plus de 3.000 télégrammes, et parcouru 18.000 kilomètres sans panne.

Sur la ligne « Paris-Strasbourg » (jalonnée par les terrains d'atterrissage du front), on a transporté :

Cent vingt-huit sacs de dépêches en sept jours.

Mais il est indispensable de réfléchir à la question et de ne pas se laisser aller à exploiter ainsi des lignes postales sans savoir ce que l'avenir leur réserve. Il faut, d'abord, être très franc. L'aviation postale n'est pas destinée, en France, à un très gros trafic. En voici les raisons :

En temps normal les trains sont assez nombreux sur les grandes lignes pour desservir quotidiennement, les trois quarts des départements. D'autre part les trains roulent la nuit et on n'a pas encore

songé à organiser la poste aérienne de nuit. Le public est habitué à recevoir ses lettres un jour après qu'elles ont été expédiées et cela ne le gêne pas. Le seul avantage qu'aurait l'avion postal serait de transporter des lettres-dépêches sur les lignes en exploitation. Il faut avouer que ce n'est pas là un mince avantage, si l'on se rappelle combien de fois, dans la vie, on eût été content de se servir de ce moyen rapide. La brève formule des télégrammes ne suffit pas pour contenir certaines informations importantes, et dès qu'on veut augmenter la rédaction d'une dépêche, le prix de cette dépêche devient tout de suite très élevé. Quel avantage quand, pour trois ou quatre francs, un industriel ou un commerçant pourra envoyer à Bordeaux une lettre-express qui arrivera au destinataire quatre heures après et qui pourra permettre à l'envoyeur de conclure certainement une affaire pressée où il a des concurrents.

On peut concevoir, ainsi, que l'aviation postale, en France, sera réduite au transport des lettres-express et si les débuts sont encourageants on peut s'attendre à avoir beaucoup de clients, surtout dans les régions où le développement du commerce et de l'industrie augmente la valeur du facteur temps.

Ajoutons que, pour le fonctionnement parfait de ce système, il y a nécessité à doter chaque terrain d'un véritable poste de relais où des avions seront prêts à remplacer l'avion postal qui serait obligé d'y atterrir par panne. Enfin, un service d'automobiles extra-rapides doit être créé également pour éviter tout retard et suppléer, le cas échéant, au transport aérien à la suite d'un orage survenu ou d'une pluie torrentielle.

Ainsi l'expéditeur sera assuré du sort de la lettre-express qu'il envoie. — Capitaine DE LAVERGNE.

Amplificateurs pour courants continus et pour courants de très basse fréquence. Note de MM. Henri ABRAHAM et Eugène BLOCH, présentée par M. J. Violle (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 30 juin 1919). — L'amplification par les lampes à trois électrodes a été appliquée le plus souvent soit aux courants alternatifs de haute fréquence utilisés en télégraphie sans

fil, soit aux courants de fréquence musicale utilisés en téléphonie. Ces deux modes d'amplification sont même employés successivement dans bien des modèles d'amplificateurs de télégraphie sans fil; après avoir amplifié, puis détecté le courant de haute fréquence reçu par l'antenne, on amplifie à son tour le courant de fréquence musicale résultant du redressement, avant de l'envoyer dans le téléphone récepteur.

Il est important, dans certaines applications, de pouvoir amplifier également les courants alternatifs de très basse fréquence (de 1 à 100 alternances par seconde) ou même les courants continus. C'est ce qui arrive, par exemple, lorsqu'on se propose d'inscrire mécaniquement les signaux de télégraphie sans fil. Les inscripteurs mécaniques (galvanomètres inscripteurs, appareil Morse, etc.) nécessitent des courants de l'ordre du milliampère. Si on veut les réaliser sans relais mécanique, ce qui présente d'importants avantages, l'amplification par lampe doit être poussée au maximum. On peut alors se proposer, après amplification et redressement du courant alternatif musical que l'on entend d'ordinaire dans les téléphones récepteurs, d'amplifier encore le courant variable qui résulte de ce redressement et qui correspond au rythme même des signaux Morse : c'est là un courant alternatif de très basse fréquence.

Nous avons réalisé deux types d'amplificateurs permettant de résoudre ce problème : l'amplificateur à courants continus et l'amplificateur de très basse fréquence.

1° Si le circuit de plaque d'une lampe renferme une résistance comparable à celle de la plaque (50.000 ohms environ), une variation du potentiel de la grille entraîne une variation de courant dans la plaque, et par suite un changement de potentiel de celle-ci. On peut transmettre directement ce changement à la grille d'une autre lampe, à condition d'intercaler sur le fil de communication une batterie auxiliaire, qui ramène le potentiel de cette grille au point de fonctionnement le plus favorable. En répétant cette liaison par piles entre les lampes successives d'un amplificateur à résistances, on réalise un amplificateur capable de fonctionner pour toutes fréquences et en particulier pour les fréquences les plus basses et même pour le courant continu.

Comme le voltage de la batterie de liaison entre deux lampes ne peut varier que par échelons discontinus (de 2 volts, s'il s'agit d'accumulateurs) un peu trop grands pour régler avec précision le potentiel de la grille, il est bon d'intercaler en série avec chaque résistance de plaque une petite résistance variable qui permettra aisément de faire un réglage plus parfait.

La nécessité de disposer, en plus des batteries de chauffage et de haut voltage, d'une nouvelle batterie auxiliaire pour chaque étage d'amplification, introduit une complication qui a fait renoncer à ce dispositif pour les fréquences de télégraphie sans fil et les fréquences musicales. Mais son emploi devient utile aux fréquences très basses, et nécessaire pour l'amplification du courant continu par lampes.

2° On peut aussi établir les liaisons entre lampes successives d'un amplificateur à résistances par des capacités très élevées, allant de 0,1 à 2 microfarads. On donne ainsi à l'amplificateur, dont les grilles sont, comme toujours, munies de résistances de décharge de quelques mégohms, une très grande constante de temps, pouvant atteindre plusieurs secondes (1). Il en résulte l'inconvénient d'une mise en régime relativement lente. Par contre, l'appareil amplifie très correctement les courants de périodes inférieurs à sa constante de temps. L'expérience montre qu'il y a avantage à shunter les résistances de plaque par des capacités assez élevées (0,25 microfarad environ), afin d'éviter les réactions de l'amplificateur de très basse fréquence sur les amplificateurs de basse fréquence qui le précèdent.

On donnera, dans chaque cas particulier, aux condensateurs de liaison, les plus petites valeurs compatibles avec le rythme des courants que l'on veut amplifier. Quand, par exemple, il s'agit d'amplifier les courants qui suivent le rythme des traits et des points d'une réception de télégraphie sans fil, on prendra des capacités égales à 0,5 microfarad, s'il s'agit de transmissions lentes faites à la main (moins de dix variations par seconde); il suffira

(1) Il est peu commode de se servir ici de la liaison par transformateurs, à cause du poids et de l'encombrement des transformateurs possédant des constantes de temps de l'ordre de la seconde.

au contraire de capacités de 0, 1 microfarad pour les réceptions de signaux émis automatiquement à raison de 40 ou 50 mots à la minute.

Les applications des amplificateurs dont nous venons d'indiquer le principe sont assez nombreuses. Outre l'amplification des courants destinés à l'inscription des signaux de télégraphie sans fil, nous citerons encore : l'entretien des oscillations mécaniques lentes (pendule), et la mesure, après amplification, des courants continus très faibles que l'on rencontre dans les phénomènes d'ionisation.

Appareils sensibles pour les mesures en courants alternatifs. — Noté de MM. H. ABRAHAM, E. BLOCH et L. BLOCH, transmise par M. J. Violle (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 14 juillet 1919). — Les progrès réalisés au cours de ces dernières années dans la construction des amplificateurs à lampes en ont fait des appareils robustes et sûrs. Leur emploi comme instruments de mesure va combler une lacune importante de la technique électrique : la mesure des courants alternatifs faibles de toutes fréquences.

Cette question, que nous avons abordée dans son ensemble, n'avait reçu jusqu'ici que des solutions incomplètes. Il n'existe pas d'électromètre à lecture directe pour une tension alternative de 1 volt. Il n'existe pas non plus d'ampèremètre thermique pour 1 milliampère et les appareils thermo-électriques à miroir les plus délicats permettent difficilement de mesurer avec précision des puissances inférieures au microwatt.

Parmi les appareils réalisés (1), nous décrivons ici un voltmètre amplificateur à lecture directe : c'est, essentiellement, un amplificateur à résistances dans lequel le courant alternatif à mesurer, d'abord amplifié, est ensuite redressé par une lampe détectrice. On mesure le courant redressé au moyen d'un milliampèremètre à aiguille à lecture directe.

(1) Tous ces appareils ont été réalisés au cours de l'année 1918 pour les services de la radiotélégraphie militaire.

La valeur de la tension appliquée aux bornes d'entrée se déduit de la lecture faite au milliampèremètre en se reportant à une courbe d'étalonnage. L'appareil tout entier fonctionne comme un voltmètre dont la résistance intérieure serait d'un grand nombre de milliers d'ohms. Sa sensibilité peut être rendue aussi grande qu'on le désire en augmentant le nombre des lampes amplificatrices placées avant la lampe détectrice. Dans la plupart des cas, on peut se contenter de deux lampes amplificatrices suivies d'une lampe détectrice.

L'appareil mesure alors des tensions alternatives de l'ordre du millivolt.

Le voltmètre amplificateur se présente sous l'aspect d'une boîte rectangulaire portant à sa partie supérieure les lampes amplificatrices et détectrices avec leurs interrupteurs d'allumage, ainsi que le milliampèremètre de lecture. Le panneau supérieur porte également les bornes du circuit de chauffage (4 volts) et du circuit de haute tension (80 volts).

Le panneau avant porte les boutons de manœuvre d'un rhéostat à plots destiné à servir de résistance de compensation. Cette résistance, insérée dans le circuit d'une batterie de 8 volts, permet de ramener au zéro l'aiguille du milliampèremètre, en compensant, au moyen d'un courant local, le courant normal qui traverse le circuit de plaque de la lampe détectrice. On a placé également sur le même panneau les bornes d'entrée de l'appareil, ainsi qu'un distributeur permettant d'utiliser à volonté un, deux ou trois étages d'amplification. Enfin, on dispose d'une prise supplémentaire permettant de substituer au milliampèremètre de lecture soit un microampèremètre, soit un téléphone.

Le voltmètre amplificateur peut être construit de façon à posséder son maximum de sensibilité soit dans la région des fréquences hertziennes, soit dans celle des fréquences alternatives ordinaires. Nous avons vérifié qu'il suffisait d'adapter les constantes électriques des circuits à la fréquence qu'il s'agit d'étudier. Mais il est intéressant de noter qu'un voltmètre amplificateur pour haute fréquence garde la même sensibilité dans une échelle très étendue de longueurs d'ondes, et qu'il fonctionne encore, avec une sensibilité

réduite mais largement suffisante, pour les mesures en basse fréquence.

Pour un grand nombre de mesures, toutes celles où l'on procède par une méthode de substitution ou une méthode de zéro, le voltmètre amplificateur sert seulement d'indicateur électrique et n'a pas besoin d'être étalonné. Mais si l'on veut déterminer directement les volts appliqués à l'entrée de l'appareil d'après les lectures faites sur le milliampèremètre de sortie, il faut faire un étalonnage. On y procède aisément en reliant les bornes d'entrée aux extrémités d'une résistance étalon parcourue par un courant alternatif connu. L'expérience montre que la courbe d'étalonnage est pratiquement une droite, sauf au voisinage de l'origine. Aux très faibles voltages, le voltmètre amplificateur fonctionne comme tous les détecteurs, suivant une loi qui n'est plus linéaire mais parabolique.

Le voltmètre amplificateur permet de faire commodément un grand nombre de mesures, dont quelques-unes seraient autrement très difficiles, surtout en haute fréquence. Nous nous contenterons de citer quelques exemples :

1° *Mesure d'une intensité de courant très faible.* — On fait passer le courant dans un circuit oscillant en résonance et l'on mesure les volts aux bornes de la self. On peut aussi se servir d'un transformateur. On arrive ainsi à mesurer par lecture directe des courants de fréquence musicale n'absorbant dans le primaire qu'une tension voisine de 100 microvolts.

2° *Mesure de capacités très faibles en haute fréquence.* — Le voltmètre est mis aux bornes de la capacité à mesurer, qui est elle-même en dérivation sur une capacité étalonnée, faisant partie d'un circuit oscillant réglé au voisinage de la résonance. La résonance ayant été dérégulée par l'introduction de la capacité à mesurer, on la rétablit à l'aide de la capacité étalon, dont la variation donne la mesure de la capacité étudiée. En opérant au delà de la résonance (déviation moitié de la déviation maximum), l'influence des dérèglages est beaucoup plus sensible, et l'on arrive sans peine à apprécier des capacités extrêmement faibles, comparables, par exemple, à la capacité d'une sphère de 1 mm. de rayon.

3° *Mesure de la longueur d'onde propre d'une self ; mesure des*

pertes dans un diélectrique ou dans une self ; comparaison de deux ondemètres ; mesure d'un décrement ; mesure d'une intensité de réception en T. S. F. — Certaines de ces mesures seraient très compliquées avec les procédés usuels : elles se font toutes très facilement et avec précision en utilisant le voltmètre amplificateur à lecture directe.

Radiotélégraphie par rayonnement infra-rouge. —

Note de MM. J. Hebert-Stevens et A. Larigaldie, présentée par M. Branly (*Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 21 juillet 1919). — Antérieurement à la découverte de la télégraphie par ondes électriques, les ondes lumineuses étaient déjà considérées comme agent de transmission en télégraphie et en téléphonie sans fil. (Travaux de MM. Bell et Tainter, Mercadier, Ruhmer.)

Les appareils expérimentés se composaient : au poste transmetteur, d'un arc électrique placé dans un projecteur ; au poste récepteur, d'un miroir captant le faisceau émis et portant à son foyer un détecteur d'ondes lumineuses ; les essais étaient effectués avec la totalité du spectre.

La possibilité d'enregistrer des radiations obscures, toute lumière, visible étant masquée, prit un intérêt spécial en temps de guerre, puisqu'elle permettait d'entrevoir un mode de télégraphie secret. Appliqués dans ces conditions, les systèmes précédemment essayés ne donnèrent qu'une portée tout à fait insuffisante.

En perfectionnant l'appareil détecteur, nous avons obtenu des enregistrements de radiations infra-rouges à des distances pouvant atteindre plus de 20 kilomètres. C'est un couple thermo-électrique qui, par sa constance et sa sensibilité, nous a donné les meilleurs résultats.

Dans la pratique de nos essais, la source d'émission consistait en un projecteur à arc ou à lampe électrique, dont le flux lumineux visible était absorbé par un écran filtre : verre noir à l'oxyde de manganèse, gélatine ou collophane colorée. Ces écrans absorbent 50 % de l'énergie totale (mesures effectuées à la pile thermo-électrique), mais ne laissent passer aucun rayon pouvant impressionner notre œil.

Le récepteur est un miroir parabolique destiné à capter le maximum d'énergie rayonnante ; la pile thermo-électrique se place à son foyer. Cette pile, destinée à servir de récepteur en télégraphie Morse, a été construite de telle façon que son inertie fût presque nulle.

Une plaque métallique de $\frac{1}{100}$ de millimètre d'épaisseur est sou-
dée par fusion autogène à la pointe d'un cristal de grand pouvoir thermo-électrique.

L'épaisseur de la plaque et le diamètre du point de contact ont été aussi réduits que possible pour former un ensemble d'une très faible capacité calorifique. Les meilleurs résultats nous ont été donnés par une plaque de platine et un cristal de tellure trempé et soudé dans le sens de la cristallisation. La soudure est enfermée dans une ampoule de verre avec fenêtre en fluorine (1).

Le couple thermo-électrique est monté aux bornes d'un amplificateur à lampes, le courant étant coupé par un tikker à fréquence musicale. Un potentiomètre est intercalé dans le circuit pour annuler tout courant parasite dû à des conditions ambiantes qui occasionneraient une différence de température constante entre les deux soudures.

La diminution de l'énergie rayonnante captée au récepteur est, en principe, proportionnelle à la distance franchie depuis le transmetteur, mais il faut tenir compte du pouvoir absorbant de l'atmosphère, qui devient tantôt faible, tantôt considérable suivant les proportions de vapeur d'eau, brume, poussières, acide carbonique.

Lorsque notre pile thermo-électrique n'est plus employée en télégraphie, mais en pyrométrie, en télémechanique ou pour déceler

(1) On aura une idée de la très grande sensibilité de cette pile thermo-électrique par l'expérience suivante :

Notre pile thermo-électrique étant disposée au foyer d'un miroir concave de 25 cm., à l'une des extrémités d'un couloir qui était à notre disposition, si l'un de nous se rendait à l'autre extrémité distante de 55 m., le rayonnement de sa tête, émis sur l'axe principal du miroir, puis réfléchi et concentré sur la pile, faisait dévier l'aiguille d'un galvanomètre qui produisait le déclenchement d'un relais avertisseur.

la présence de corps dont la température diffère de celle de l'ambiance (en mer navires à vapeur ou icebergs), son courant est envoyé dans un galvanomètre assez sensible pour donner une déviation de 3 mm. à 4 mm. par microampère (cadre de 2 à 3 ohms).

Pour les navires, nous avons construit un galvanomètre spécial à deux pivots, de même sensibilité que le précédent, pouvant fonctionner dans toutes les positions et n'étant pas influencé par les mouvements de roulis ou de tangage.

Résultats de quelques expériences. — Septembre 1918. — Signalisation entre deux postes distants de 14 km. Le poste transmetteur était muni d'un projecteur à arc de 1,50. M. le professeur Fabry assistait à l'expérience.

Mai 1919. — Signalisation entre deux postes distants de 7.500 m. ; au poste transmetteur, il y avait un miroir de 40 cm. et une lampe électrique à azote de 800 watts ; au poste récepteur on employait un miroir doré de 25 cm.

La T. P. S. (*La Nature*, mai 1919). — Ces trois lettres signifient : télégraphie par le sol.

La T.P.S. a été employée en grand sur le front, pour assurer les liaisons, pendant la bataille, au moment où le téléphone devient impuissant parce que les fils sont constamment coupés par les obus.

Pour en faire comprendre l'intérêt militaire, il suffit de dire que la T.P.S. exige une simple base constituée par un fil dont la longueur ne dépasse jamais 200 mètres. Cette base est posée à terre ou enterrée.

La T.P.S. que la grande guerre a « lancée », comme tant d'autres découvertes oubliées, a cependant des origines lointaines.

Une ligne à la terre à chaque bout peut être assimilée à un cadre dont l'un des côtés serait dans la terre. Si donc nous y faisons passer un courant variable et qu'une deuxième ligne mise à la terre à chaque extrémité et par suite elle-même assimilable à un cadre, soit placée parallèlement à la première et à une distance con-

venable, nous aurons d'une ligne à l'autre des phénomènes d'induction (fig. 1).

Preece, en Angleterre, transmet ainsi des signaux Morse en 1892 des deux côtés du canal de Bristol. Ces essais des temps jadis n'eurent pas de suite, parce que les transmissions s'affaiblissaient très rapidement avec la distance. On démontre, et nous y reviendrons plus loin, que l'intensité du courant d'induction varie en raison inverse du cube de la distance ; la réception tombe donc très vite dès qu'on s'éloigne du poste émetteur. Il fallait la guerre pour rendre de l'intérêt à ces transmissions, la guerre... et la mise au point des appareils, due presque entièrement à la radio-télégraphie militaire, sous la sa-

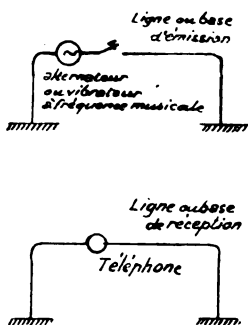


Fig. 1. — Disposition schématique des postes émetteurs et récepteurs de T. S. F.

vante et judicieuse direction du général Ferrié.

Déjà en 1871, d'Almeyda et Bourbouze avaient fait de la simili T.P.S. entre le Pont Neuf et Saint-Denis : ils interrompaient, comme Morse, du courant continu et employaient un galvanomètre à la réception : au Pont Neuf comme à Saint-Denis ils avaient une ligne dont une extrémité était à la terre, l'autre dans le fleuve, de sorte que l'eau de la Seine leur servait de fil conducteur. Ces expériences étaient un peu oubliées, quand en 1910, le général Ferrié (alors commandant) aidé des capitaines Fracque et Garnier essaya de mettre dans une ligne, à la terre aux deux bouts, un alternateur de 2 kilowatts à fréquence musicale et chercha la portée limite qu'il pourrait ainsi réaliser. Dans un téléphone, il reçut des signaux jusqu'à 4 à 5 km., le téléphone étant intercalé dans une ligne mise à la terre à chaque bout.

Vers juin 1915, le problème se posa de réaliser au combat des liaisons sûres et peu vulnérables : le général Ferrié, qui, dans ses expériences de 1910, recherchait la grande portée, se demanda, si en limitant les recherches à des portées de 3 à 4 km, au maximum, et en améliorant la réception à l'aide des amplificateurs qui venaient d'être mis en service, on ne pourrait pas obtenir des résultats inté-

ressants. Des expériences furent faites à l'observatoire de Meudon (été 1915) par M. Pérot, professeur à l'École Polytechnique, le capitaine Jouaust et le lieutenant Labrouste. Avec, à l'émission, un vibreur d'un type courant, un amplificateur à la réception, on réalisa des portées de 1500 à 2000 mètres puis, quelques mois plus tard, grâce à un vibreur spécial imaginé par M. Boucherot et à un amplificateur beaucoup plus simple que le modèle primitif, on fit couramment de 3 à 4 km. de portée : la T. P. S. était née (fin 1915).

Principe de la T.P.S.

La conduction du sol et l'induction d'une ligne sur l'autre interviennent à la fois. On démontre de façon suffisamment rigoureuse que l'induction joue le principal rôle. On peut expérimentalement en faire la preuve en remplaçant la ligne réceptrice par un cadre à plusieurs spires, dont les deux extrémités sont fermées sur l'amplificateur. La réception du courant variable (qui peut être un courant téléphonique) se fait aussi bien et parfois mieux que dans le cas d'une ligne réceptrice à la terre et l'induction seule est en cause dans ce dispositif.

Il peut être intéressant de comparer la T.P.S. et la T.S.F. Dans chacun des deux modes de communications nous faisons parcourir au départ un conducteur (antenne ou base) par un courant alternatif ou variable. La différence essentielle entre ces courants, c'est que celui de la T.P.S. est à fréquence musicale, celui de la T.S.F. est à haute fréquence (700 périodes par seconde pour la T.P.S. ; au moins 15.000 pour la T.S.F.). Ces courants variables produisent en tous points de l'espace un champ magnétique. Maxwell a démontré que la création de ce champ en un point correspond à la localisation en ce point d'une certaine quantité d'énergie, proportionnelle au carré de l'intensité du champ. C'est cette énergie qui, convenablement transformée, actionne finalement notre récepteur par l'intermédiaire d'une antenne ou d'une base de réception analogue à l'antenne ou à la base d'émission. Or, on démontre qu'à faible fréquence (cas de la T.P.S.), le champ diminue en raison inverse du cube de la distance et l'énergie reçue en raison inverse de la sixième puissance. Au contraire, dans le cas de fréquence

élevée, le champ à une certaine distance ne décroît plus que comme l'inverse de cette distance et par suite l'énergie comme l'inverse du carré. Plus la fréquence est élevée, plus ce résultat est rapidement atteint. C'est le phénomène du rayonnement qui ne se produit pas en T.P.S.

D'où possibilité pour la T.S.F. d'obtenir, avec des énergies raisonnables au départ, des portées pratiquement indéfinies, tandis que la T.P.S. handicapée par la loi du cube ne donnera jamais que des portées médiocres

Seul avantage de la T.P.S., énorme en cas de guerre : grande sécurité de fonctionnement qui en fait la liaison idéale pour la guerre de position. Les antennes de T.S.F., si défilées et si basses soient-elles, sont toujours beaucoup plus vulnérables que les bases posées à terre ou même enterrées de la T.P.S.

En général, la ligne du poste avant, qui dans les derniers temps était à la fois émetteur et récepteur, mais uniquement émetteur au début, avait 50 à 100 mètres. Celle du poste arrière, simplement récepteur dans le dispositif originel, émetteur et récepteur depuis 1918, pouvait être plus longue : 200 mètres. Ces deux lignes peuvent être en un câble isolé quelconque posé sur le sol ou même enterré. Les prises de terre sont faites au moyen de piquets ou de grillages.

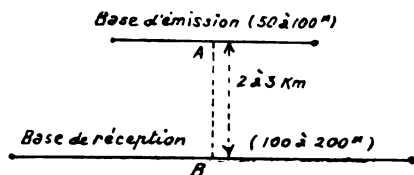


Fig. 2. — Disposition d'une base d'émission et d'une base de réception.

Il y a intérêt à ce que la résistance totale de la terre ne dépasse pas 100 ohms. Le dispositif le plus avantageux pour les deux bases (émission et réception) est celui dans lequel elles forment un trapèze isocèle et sont par conséquent perpendiculaires à la

droite qui joint les deux points A et B qui doivent communiquer (fig. 2). Si l'on ne peut réaliser un tel trapèze et s'il faut incliner les bases sur la droite qui joint les points qui communiquent on démontre que le dispositif le plus avantageux consiste à avoir $\tan \theta' = 2 \tan \theta$ (fig. 3) ou grosso modo $\theta' = \theta$ (les deux conditions sont pratiquement équivalentes pour des angles assez grands).

Si, en face d'une base de réception, il y a deux bases d'émission, dont l'une ne doit pas être entendue, il suffira pour que ce résultat soit obtenu que l'angle θ soit inférieur à 60° (fig. 4).

Le vibreur Boucherot n'est autre chose qu'une bobine d'induction, d'une construction un peu spéciale et dont les interruptions sont directement produites par une lame vibrante encastrée, portant un des deux contacts platinés. En chargeant cette lame vibrante de masselottes de poids variable, on change le régime de vibration de la lame, on modifie la fréquence du courant vibré et par conséquent le son à la réception ; d'où une facilité plus grande pour choisir entre

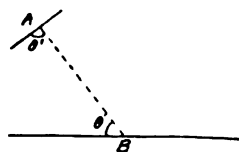


Fig. 3. — Les deux bases A et B sont placées d'une façon quelconque. La meilleure réception est réalisée quand $\theta' = \theta$.

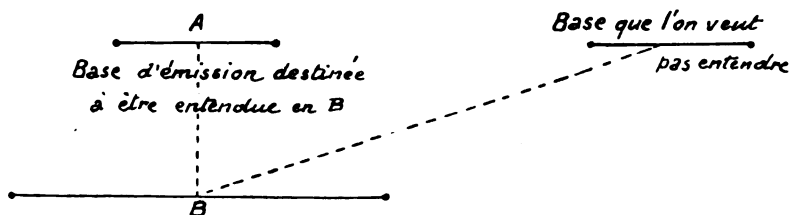


Fig. 4. — Comment éviter le mélange des conversations ?
Le poste B n'entend que la base A.

plusieurs émissions reçues à la même base de réception, celle qu'il y a lieu de recevoir (cas d'un régiment communiquant avec plusieurs bataillons). L'appareil consomme 3 ampères sous 10 volts et a un rendement de 55 à 65 0/0 suivant la résistance des terres. Des appareils plus puissants marchant à bras ou à l'aide d'accumulateurs ont été réalisés.

La réception qui, dans les essais anciens, se faisait avec un casque téléphonique de résistance convenable, ce qui ne permettait que de faibles portées, n'a vraiment pu fonctionner à des distances intéressantes que le jour où l'on put mettre un amplificateur de courant téléphonique sur la ligne.

Trois hommes suffisent à transporter tout le matériel d'un poste.

L'un porte l'appareil, le second les accus, le troisième les accessoires.

Dès la fin de 1916, la T. P. S. avait partout droit de cité, mais elle fut employée pour la première fois dans l'offensive, en avril 1917. Pendant ces attaques d'avril, les liaisons : brigade, régiment, bataillon, ont fonctionné avec la plus grande régularité et permis de donner de nombreux renseignements. Bataillons arrêtés et demandant des renforts ou des munitions ; bataillons annonçant la réussite de l'attaque et donnant leurs nouvelles positions ; bataillons encerclés restant en communication avec l'arrière et appelant efficacement au secours : les cas sont innombrables où la T. P. S. a été d'une aide précieuse à l'infanterie. Une des situations les plus dramatiques dont la T. P. S. nous a laissé l'impérissable souvenir est celle de ce détachement du 4^e cuirassiers à pied encerclé au Plémont, résistant pendant douze heures, à quatorze assauts successifs et restant en communication jusqu'au bout avec le colonel commandant le régiment.

La T. P. M. et la T. P. A. — Nous terminerons en disant un mot de deux transmissions du même genre essayées dans la marine et dont l'une, la T. P. M. (télégraphie par la mer) est tout à fait identique dans son principe à la T. P. S. L'autre, la T. P. A. (télégraphie par l'air), un peu différente.

La T. P. M. a été essayée entre un cuirassé et un canot à vapeur. Le cuirassé portait l'émission. La base était constituée par deux câbles écartés à 15 mètres du navire à l'aide de tangons et plongeant dans la mer. La base de réception se composait de deux câbles entraînés par le canot à vapeur et ayant une longueur totale de 100 mètres. On a constaté des portées bien inférieures à celles de la T. P. S. Pour porter à 3 km. en utilisant du courant alternatif à fréquence musicale, il a fallu mettre 8 ampères dans la ligne (pour la T. P. S. à terre, le courant d'émission est de l'ordre du demi-ampère pour une portée analogue). Avec 63 ampères à l'émission, on atteignait 6 km. de portée, ce qui vérifie sensiblement la loi du cube.

La T. P. A. a été étudiée pour permettre dans un convoi de bateaux de piloter par temps de brume les bateaux successifs par un bateau-pilote placé devant eux. Il s'agit pour le bateau arrière : 1^o de garder

la même direction de route que le bateau avant ; 2° de connaître au moins approximativement sa distance à ce bateau. Nous ne donnerons que le principe de la méthode qui a donné de bons résultats.

1° *Direction*. — Le bateau-pilote émet dans un cadre avec une source qui est généralement un alternateur à mille périodes. Le bateau-récepteur reçoit sur deux cadres à 120° qui peuvent être fermés par un dispositif convenable l'un après l'autre sur un amplificateur. Le téléphone de cet amplificateur est remplacé par un circuit qui permet de mesurer l'intensité du courant de réception. Si les deux courants de réception des deux cadres ont la même intensité, le bateau dont la ligne de foi est la bissectrice des cadres est bien en direction, sinon il faut virer du côté du cadre qui a donné la plus grande intensité de réception. Dans la réception sur cadre, l'intensité est en effet maxima quand le plan du cadre est dirigé sur le poste émetteur.

2° *Distance*. — L'intensité de réception étant inversement proportionnelle au cube de la distance, si le poste émetteur a une émission bien constante, la lecture de l'intensité du courant de réception donnera la distance avec une approximation suffisante ainsi que l'expérience l'a démontré. Avec une centaine de watts on arrive à assurer la direction d'un convoi, chaque bateau recevant du précédent et transmettant au suivant. La cadre émetteur se compose des deux cadres à 120°, mis en série et que l'on sépare en deux, pour la réception.

La commutation automatique dans la téléphonie à longue distance (*R. G. E.*, avril 1919). — Il s'agit de supprimer certaines manœuvres effectuées manuellement par les opératrices interurbaines et de les exécuter par des mécanismes automatiques.

L'amélioration du service téléphonique à longue distance est intimement liée aux perfectionnements susceptibles de réduire au minimum de durée les manœuvres nécessaires pour établir et rompre les communications.

Dans la téléphonie interurbaine on ne peut songer à donner aux

abonnés des communications tout aussi rapides que celles qui s'échangent à l'intérieur des villes, car il faudrait prévoir un nombre de lignes tel que le prix d'une communication deviendrait prohibitif et on est obligé d'exploiter ces lignes avec un facteur de charge très élevé pour augmenter le plus possible leur rendement.

Comme d'une part, l'établissement des lignes absorbe la plus grande partie des dépenses engagées et que, d'autre part, le revenu que produisent les lignes dépend de la durée des conversations échangées au moyen d'elles, il en résulte que plus longtemps les lignes seront occupées par des conversations, plus leur revenu sera grand. Autrement dit, il est nécessaire d'utiliser des méthodes qui exigent très peu de temps pour établir et rompre les communications, car le temps que prennent ces manœuvres ne produit aucun revenu.

Le facteur *rendement du circuit* est, par conséquent, celui qui domine toute autre considération dans l'exploitation des lignes à longue distance, mais ce rendement se confond pratiquement, lorsque le circuit est en parfait état d'utilisation, avec le rendement de la commutation.

Le travail de commutation, dans la méthode manuelle universellement répandue, est dévolu uniquement à l'opérateur. Il dépend des deux opérateurs extrêmes, lorsque la communication s'établit par ligne directe, ou bien de ces opérateurs et des opérateurs intermédiaires dans le cas où les communications s'établissent par plusieurs circuits réunis entre eux. De plus, l'étude de cette méthode opératoire montre que les opérateurs intermédiaires déterminent dans le rendement total la part la plus importante. Cela résulte, non seulement du temps nécessaire pour attirer l'attention de ces opérateurs pour obtenir la connexion ou la déconnexion, mais surtout des chances de déconnexion prématurée et du maintien des circuits en connexion un temps plus long que celui qui est nécessaire.

Pour mettre en évidence ce fait, on a fait en Amérique un grand nombre d'observations pour établir le nombre des communications qui peuvent être transmises journellement sur un groupe de cinq circuits, pour chacune des classes suivantes (voir fig. 1) :

Classe *a* : communications entre deux centres A et A₁ (fig. 1) reliés par ligne directe ;

Classe *b*: communications entre deux centres, tels que A_1 et B_1 séparés par un centre intermédiaire;

Classe *c*: communication entre deux centres, tels que A_1 et B_1 , séparés par deux centres intermédiaires.

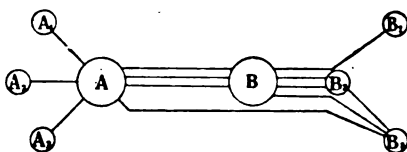


Fig. 1.

En comparant les résultats qui se rapportent à la classe *a* et à la classe *c*, et qui donnent respectivement, pour le groupe de cinq circuits, 218 et 150 communications, on voit que l'intervention des opérateurs intermédiaires diminue de 31 % l'efficacité des circuits. La diminution de la capacité de trafic du groupe de circuit utilisé pour la classe *c* est due au temps pris pour les différentes manœuvres par les divers opérateurs qui concourent à établir les connexions.

On est amené à conclure que, tout comme pour la téléphonie locale, un système d'appareils, grâce auxquels il est possible de diminuer le nombre d'interventions manuelles nécessaires et de soustraire au contrôle des opérateurs tout ce qui peut être fait mécaniquement, sera de nature à améliorer le rendement des circuits interurbains.

Il y a également d'autres considérations dont il faut tenir compte. Le circuit direct entre B_1 et A peut souvent être libre à un moment où aucun circuit n'est disponible entre B et A. Dans ces conditions, il semblerait que, pour obtenir le meilleur rendement, B_1 et B devraient servir de point de jonction intermédiaire pour les communications s'échangeant entre B_1 et B ou un autre point au delà de B. Cependant, les conditions du trafic et la méthode d'exploitation manuelle ne permettent pas généralement d'atteindre ce résultat, car on aurait à craindre, non seulement les pertes de transmissions additionnelles qui en résulteraient par l'introduction d'un point de coupure dans le circuit, mais surtout le ralentissement du service et l'augmentation des chances d'erreurs. La commutation auto-mécanique éviterait ces inconvénients: son emploi peut, par

conséquent, déterminer une distribution de lignes répondant à de meilleures conditions économiques, conformément au fait bien connu qu'un circuit est capable d'un plus grand nombre de communications lorsqu'il fait partie d'un grand groupe de lignes pouvant être utilisées dans un plus grand nombre de cas que lorsque les circuits sont disposés en plusieurs petits groupes.

En Amérique, le régime des communications interurbaines, connu, sous le nom de « no delay system », est très répandu. Les circuits téléphoniques sont généralement assez nombreux pour que le délai d'attente soit extrêmement réduit et le service assuré dans des conditions particulièrement remarquables. La question de priorité dans l'établissement des communications a par conséquent une moindre importance puisque, dans un délai très court, on est certain de passer toutes les communications en attente. Il n'en est pas ainsi lorsque le nombre de circuits est faible, un ou deux par exemple, pour un trafic important. La priorité et l'alternat dans ce cas doivent être strictement observés, car l'attente est presque toujours très longue. Il semblerait dans ces conditions que ce n'est que par l'intervention des opératrices que l'on peut assurer l'écoulement méthodique des conversations.

Pour nous résumer, nous croyons que, pratiquement, le problème comporte d'assez grandes difficultés à résoudre et que la méthode ne peut être étendue à la généralité des cas. Mais on peut conclure, surtout en considérant l'état actuel des applications faites, qu'une adaptation judicieuse de ces moyens, répondant à un certain nombre de conditions locales, permettra dans la limite d'un réseau peu étendu d'améliorer une notable partie des communications. Ce n'est donc que comme application à des cas particuliers, là où les règles générales de l'exploitation actuelle peuvent sans inconvénient être modifiées, que la méthode présente son intérêt.

Nous nous bornons, bien entendu, à donner de simples indications plutôt qu'une description complète des appareils et liaisons à réaliser (1).

(1) Pour l'étude détaillée de cette question voir :

Proceedings, juin 1912, Friendly and Burns. *Automatic Telephony*, par Smith and Campbell. — *Automatic operation of long distance lines*, par John Wicks; *Telephony*, 1^{er} janvier 1916; *Improving the efficiency of long distance service*, par J. C. Boush.

L'emploi de la commutation automatique peut être envisagé dans les deux cas suivants :

A. — Connexions entre un centre desservi par commutateur manuel et un centre desservi par commutateur automatique.

B. — Connexions entre les abonnés de deux ou plusieurs centres manuels.

A. — CONNEXIONS ENTRE UN CENTRE DESSERVI PAR COMMUTATEUR MANUEL
ET UN CENTRE DESSERVI PAR COMMUTATEUR AUTOMATIQUE.

Si nous nous reportons à la figure 1, il est évident que, si un centre manuel B est relié par une ligne directe à un centre automatique A, il suffit de donner un cadran d'appel à l'opératrice de B et d'équiper convenablement la ligne, côté automatique, pour que cette opératrice puisse prendre automatiquement les abonnés de A.

On sait que, dans le cas des communications automatiques locales, les deux conducteurs qui servent à la transmission de la parole servent également à la commande des appareils de sélection. Cela est possible puisque l'envoi des signaux de commande ainsi que des signaux d'appel, d'une part, et l'échange de la communication, d'autre part, n'ont pas lieu en même temps. La connexion est d'abord établie par l'envoi d'un système d'impulsions électriques approprié sur la ligne et ce n'est qu'après l'appel de l'abonné que le circuit est placé automatiquement dans les conditions permettant la transmission de la parole.

L'appel automatique sur un circuit interurbain pourrait être fait suivant le même principe, mais il faut remarquer que, dans ce cas, l'emploi du circuit serait limité à sa constitution matérielle et le nombre de liaisons possibles serait diminué. Pour cette raison, il est préférable de commander les appareils sur un circuit indépendant du circuit de conversation en employant la méthode utilisée pour la téléphonie et la télégraphie simultanées, le circuit sera de la sorte susceptible d'être utilisé avec toute combinaison permettant des communications multiples et s'adapter notamment aux circuits combinés. Le problème se réduit dès lors à la superposition sur une ligne téléphonique d'un circuit télégraphique permettant l'envoi des impulsions de commande.

On peut disposer les circuits pour donner les possibilités suivantes :

1° à chacun des opérateurs B et B₁ d'appeler *automatiquement* un abonné de A ;

2° à l'opérateur de A d'appeler B et à l'opérateur de B d'appeler l'opérateur de A (dans le cas par exemple où celui-ci doit demander à être relié à un circuit relié à la table interurbaine de A) ;

3° à l'opérateur de B d'appeler B₁ et inversement.

Il est possible, par conséquent, d'éviter l'intervention de deux opérateurs pour les communications entre B₁ et A. L'établissement de la communication demande, dans ce cas, une manœuvre très simple et dure à peine quelques secondes. La déconnexion est instantanée et se fait dès que la fiche est retirée au poste B₁. Ce cas

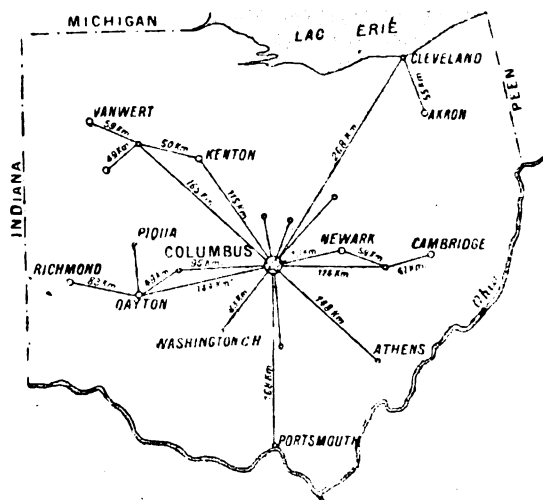


Fig. 2.

correspond aux communications manuelles de la classe *b*, mais le temps nécessaire pour établir la communication est beaucoup plus faible que celui de la classe *a*.

Des procédés de cette nature sont employés depuis plusieurs années dans les réseaux automatiques américains du type de l'Automatic Electric Co. L'application la plus importante est celle qui a

été faite dans le réseau de Columbus (fig. 2). Cette ville est un centre interurbain de grand trafic possédant 22 tables interurbaines. Les tables interurbaines de plus de 30 autres villes, dont la distance à Columbus varie de 17 à 190 km., sont équipées avec cadran et les divers circuits aboutissent à Columbus à des sélecteurs. Des connecteurs spéciaux permettent également de relier entre elles les différentes lignes interurbaines. Bien que le trafic ait été constamment en augmentation, le personnel de l'interurbain de Columbus a été réduit de 50 % (1).

Des essais effectués à Owosso dans l'état de Michigan, sur une ligne reliée au central automatique de Lansing, ont donné pour l'appel manuel une durée moyenne d'établissement de 59 secondes et pour l'appel automatique de 15 secondes. Le même circuit est capable, par conséquent, dans les conditions parfaites du trafic, de 15 communications de trois minutes lorsqu'il est exploité manuellement, et de 18,4 par l'appel automatique. En dehors de cette économie, il faut tenir compte également de l'économie de personnel qui en résulte.

L'appel automatique sur lignes interurbaines reliées à un central automatique a été récemment adopté en Angleterre entre le central automatique de Blackburn et un certain nombre de centraux manuels.

B. — CONNEXIONS ENTRE LIGNES INTERURBAINES DESSERVANT DEUX OU PLUSIEURS CENTRES MANUELS.

Le but de l'emploi de la commutation automatique dans le service interurbain entre plusieurs centres manuels, est de permettre la liaison de plusieurs circuits bout à bout par la manœuvre successive d'un sélecteur dans chacune des stations où aboutissent ces circuits. Ces manœuvres sont commandées par l'opérateur de départ, à l'aide d'un cadran d'appel.

Conditions à remplir. — Une première condition, que doit

(1) Un essai d'appel direct des abonnés automatiques sur ligne interurbaine a été effectué en 1914 par l'Administration française des Postes et Télégraphes, entre Marseille et le central automatique de Nice.

remplir l'équipement des appareils, est de permettre, à la volonté de l'opérateur, aussi bien la commande automatique que la connexion manuelle. En effet, un circuit interurbain peut être utilisé seul, dans le cas où la communication doit s'établir entre les abonnés de chacun des deux centres reliés par cette ligne, ou bien en connexion avec d'autres circuits lorsque les centres entre lesquels la communication doit être établie ne possèdent pas de ligne directe. Dans le premier cas, aucune sélection à distance de circuits n'est nécessaire.

Cette condition résulte également de ce que, si l'appareillage de commutation a pour but d'assurer la liaison des circuits entre eux, la mise en communication avec les abonnés une fois cette liaison assurée ne peut être faite que manuellement. Autrement dit, étant donnés plusieurs centraux A, B, C, D, le rôle des appareils de connexion est de permettre simplement la constitution de circuits directs entre deux quelconques de ces centraux.

Pour mieux comprendre les moyens de réalisation de cette première condition, considérons la figure 3 dans laquelle sont représentés schématiquement les organes affectés aux lignes interurbaines reliant quatre bureaux A, B, A₁, B₁.

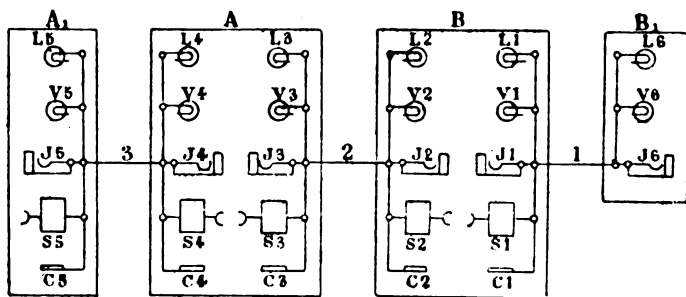


Fig. 4.

Fig. 3.

Sur l'un quelconque des circuits reliant les bureaux B et B₁, doivent pouvoir s'échanger :

a) Les communications demandées par les abonnés de B₁ pour les abonnés de B, ou inversement, lesquelles ne peuvent s'échanger que manuellement ;

b) Les communications demandées par les abonnés de B_1 pour un abonné d'un centre tel que A qui n'est pas relié par ligne directe à B_1 , mais qui est relié à B; ces communications peuvent être établies automatiquement par B_1 si la ligne reliant B_1 à B aboutit dans ce dernier bureau à un sélecteur qui peut avoir accès à un banc de contacts sur lequel sont reliées toutes les lignes aboutissant au centre B et, en particulier, celles le reliant à A. De ces deux conditions, il résulte que les circuits doivent comporter aussi bien l'équipement normal permettant l'exploitation manuelle que les appareils de sélection automatique pour les liaisons entre circuits.

La figure 3 montre schématiquement l'équipement essentiel des circuits. La partie manuelle comprend le jack d'appel J_1 , la lampe d'appel V_1 et la lampe d'occupation L_1 . Le même circuit peut être multiplié sur d'autres tables, il aboutit dans ce cas sur ces tables à un jack muni d'une lampe d'occupation. L'équipement automatique comporte le sélecteur S et le banc de contacts C. Sur le banc de contacts C_1 , par exemple, sont reliées toutes les lignes aboutissant à B. La ligne n° 1 entre B_1 et B peut être connectée à la ligne n° 2 entre B et A, soit manuellement par un cordon reliant J_1 à J_2 , soit automatiquement par le balai du sélecteur S_1 au banc de contact C_2 ou par le balai du sélecteur S_2 au banc de contact C_1 .

Supposons qu'une ligne soit prise par l'opérateur B_1 . Dans l'opération manuelle, l'introduction de la fiche coupe l'annonciateur de cette ligne au poste B_1 et allume les lampes d'occupation multipliées, mais rien ne se passe à B et si un opérateur B prend au même moment cette ligne, aucun inconvénient ne peut en résulter. Par contre, ce fait doit être évité lorsqu'on utilise la commutation automatique car il en résulterait des interférences pouvant empêcher toute communication de s'établir. Il est donc nécessaire que les lampes d'occupation à B s'allument dès l'enfoncement d'une fiche dans B_1 et en même temps qu'un potentiel de garde soit placé sur les bancs de contacts, au contact correspondant à la ligne n° 1.

Dans la commutation manuelle, l'envoi du courant d'appel par l'opérateur B_1 provoque l'allumage de la lampe d'appel et des lampes d'occupation de B. Lorsque l'opérateur de B répond, l'annonciateur d'appel est mis hors circuit et la lampe d'appel s'éteint. Dans la

commutation automatique, l'opérateur B_1 en enfonceant la fiche peut désirer, suivant le cas, appeler l'opérateur de B ou bien manœuvrer le cadran pour prendre une ligne reliée à B. Pour cette raison, si la lampe d'occupation à B, comme nous l'avons vu plus haut, doit s'allumer, il faut aussi que l'annonciateur de B ne soit coupé qu'après le fonctionnement du sélecteur S_1 .

L'introduction de la fiche à B_1 doit, par conséquent, avoir pour effet :

1° de couper l'annonciateur d'appel à B_1 et d'allumer les lampes d'occupation correspondantes ;

2° d'allumer les lampes d'occupation à B et relier la terre au contact de garde C_1 , mais ne pas allumer la lampe d'appel ou couper l'annonciateur de cette ligne.

Si l'opérateur B_1 envoie le signal d'appel, la lampe L_1 doit s'allumer. Si l'opérateur de B répond en enfonceant dans J_1 , l'annonciateur doit être mis hors circuit et la lampe doit s'éteindre.

Si l'opérateur B_1 manœuvre le cadran pour mettre en marche S_1 , l'annonciateur de B doit également être coupé mais la lampe L_1 ne doit pas s'allumer.

Lorsque S_1 a relié son frotteur avec un contact libre du banc C_1 , correspondant par exemple à la ligne n° 2 entre B et A, les lampes V_1 à B et V_2 à A doivent s'allumer de la même façon et la terre doit être connectée au contact de garde de C_1 .

Arrangement des circuits. — Nous avons déjà montré la nécessité de commander les appareils de commutation sur un circuit indépendant du circuit de conversation, en employant la méthode utilisée pour la téléphonie et la télégraphie simultanées. La constitution de circuits peut être obtenue soit avec le montage à transformateurs (fig. 4), soit avec le montage à condensateurs et bobines de réactance (fig. 5).

Dans le montage de la figure 4, la présence du translateur introduit une perte de transmission assez grande. Avec un translateur parfaitement approprié, cette perte correspond à moins de 1280 m. de câble normal. Avec le montage de la figure 5, l'emploi d'une bobine de réactance en forme de tore à forte impédance et circuits parfaitement équilibrés permet d'obtenir une perte correspondant seulement à 480 m. de câble normal.

La figure 6, qui représente un montage utilisé par l'Automatic Telephone and Telegraph Co., donne un circuit téléphonique et deux

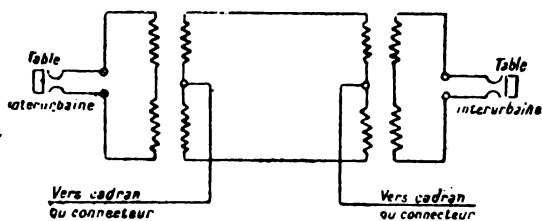


Fig. 4.

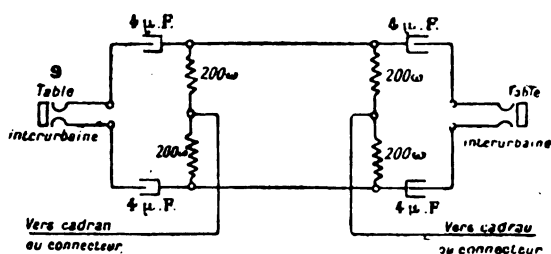


Fig. 5.

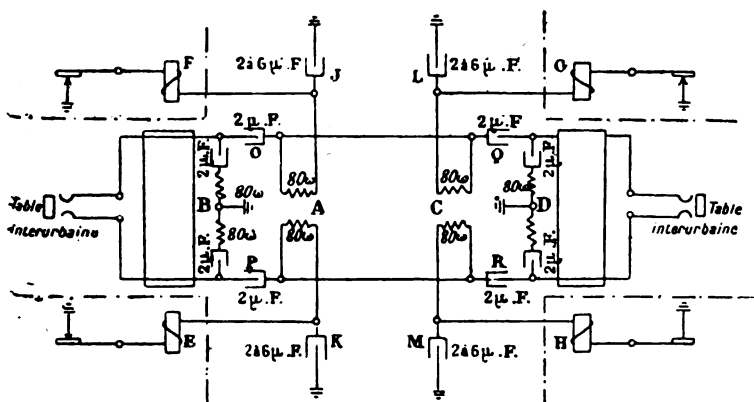


Fig. 6.

circuits télégraphiques. Un des circuits télégraphiques peut être utilisé pour la commutation automatique. Ce circuit est soustrait pratiquement aux interférences entre le circuit de conversation et

les circuits de commande. Les enroulements des bobines doivent être très exactement équilibrés inductivement, car, s'il n'en était pas ainsi, toute variation des potentiels des terres des circuits télégraphiques pourrait se répercuter sur le circuit de conversation. L'équilibre obtenu avec les bobines A, B, C et D doit se maintenir même lorsque les impulsions électriques sont transmises sur les circuits par le fonctionnement du cadran d'appel. La coupure du relais F, par exemple, déséquilibre le circuit, mais l'impédance de la bobine A est telle, par rapport au condensateur J, que le shuntage de ce condensateur par le relais F, qui possède également une très forte impédance, a très peu d'effet sur l'impédance totale. Mais, d'autre part, si on substitue à la terre de F la batterie, pour la transmission d'un signal, une partie de l'impulsion est transmise à travers le condensateur O, le téléphone relié à travers le circuit et la terre qui se trouvent de l'autre côté de la ligne. Pour annuler l'effet de cette dérivation, la bobine A est construite et reliée de manière à ce qu'un courant de direction contraire soit induit dans l'autre enroulement de A qui charge le condensateur P. Dans ces conditions, l'interférence est pratiquement négligeable.

Étant donnée la faible résistance ohmique des bobines et la faible capacité des condensateurs O, P, etc., il n'est pas possible d'envoyer un courant alternatif de fréquence courante pour l'appel sans qu'il y ait interférence avec les relais E, F, etc. On utilise un dispositif permettant de renvoyer sur la ligne, à la place du courant normal qu'il reçoit, un courant à la fréquence de 300 p. sec. Ce courant, qui n'agit pas sur les relais, est reçu dans un relais spécial faisant partie du dispositif d'appel de l'autre extrémité de la ligne qui, à son tour, retransmet à l'annonceur d'appel un courant de fréquence ordinaire.

Nous citerons en terminant une des applications qui a été faite en Amérique dans le district de Dakota. La figure 7 représente schématiquement les lignes interurbaines de ce réseau partiel dont le centre est à Doland, avant la mise en service de l'exploitation automatique. Ce centre se trouve éloigné de 90 à 110 km. des trois villes: Aberdeen, Huron et Watertown. Aberdeen est relié à Doland par un circuit réel passant par Redfield. Ce circuit est combiné

en circuit fantôme avec deux circuits réels dont l'un entre Aberdeen et Redfield et l'autre entre Redfield et Doland. Un autre circuit réel partant de Doland est relié à un circuit fantôme entre Groton et Aberdeen. De cette manière, il y a en tout trois circuits directs entre Doland et Aberdeen.

Comme on le voit sur la figure 7, il existe également trois circuits

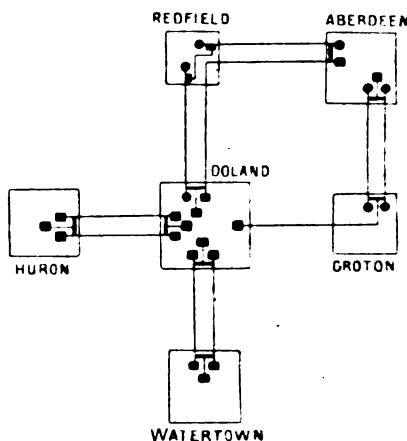


Fig. 7.

directs entre Doland et chacun des centraux, Huron et Watertown. Le fantôme Aberdeen est relié à Doland à l'un des circuits physiques de Watertown. De même, le circuit Groton est relié au fantôme Huron et le fantôme Watertown à l'un des circuits de Huron.

Comme le trafic était très chargé par rapport au nombre de circuits dont on disposait et comme, d'autre part, les centraux Aberdeen, Watertown et Huron furent dotés d'un commutateur automatique, la compagnie exploitante décida de couper les circuits directs de Doland et d'équiper tous les circuits dans cette station avec des appareils de commutation automatique.

La figure 8 représente la distribution des lignes après cette transformation. On voit que tous les circuits aboutissant à Doland peuvent être utilisés par tous les autres bureaux pour leur relations. Le système devient ainsi plus flexible et comme, dans tous les cas, les communications sont établies par un seul opérateur, le temps d'uti-

lisation des circuits est plus réduit et, par conséquent, le service est décongestionné.

Le système fonctionne de la manière suivante :

Supposons, par exemple, que l'opérateur de Aberdeen désire une communication pour un abonné de Watertown. Cet opérateur enfonce sa fiche dans un jack d'une ligne reliée à Doland, et fait, à

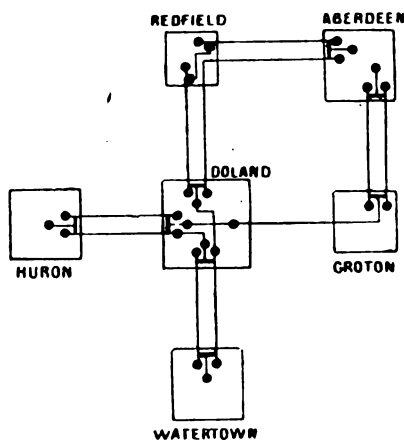


Fig. 8.

l'aide de son cadran, le numéro conventionnel correspondant aux lignes reliant Doland à Watertown. Si toutes les lignes sont occupées, l'opérateur reçoit le signal d'occupation. Si l'une des lignes est libre, il fait le numéro de l'abonné demandé et la communication peut avoir lieu de suite. (Si Watertown était un centre manuel, la communication serait complétée par l'opérateur de ce bureau.) Lorsque l'opérateur de Aberdeen retire sa fiche après avoir reçu le signal de fin (ce signal est automatique et serait également automatique si le central de Watertown était équipé avec commutateur manuel à batterie centrale), la communication est coupée automatiquement à Doland et les circuits redeviennent libres.

L'entretien de l'équipement automatique de Doland, quoique spécial et assez compliqué, est assuré par un seul mécanicien. Lorsqu'un dérangement se produit, le circuit est porté « occupé » et il ne peut pas être pris par les opérateurs des autres stations.

Abonnés interurbains. — Dans un central interurbain équipé avec commutateurs automatiques, les abonnés interurbains spéciaux, ou même les abonnés ordinaires à grand trafic interurbain, peuvent être pris automatiquement par les opérateurs des autres centraux interurbains si on installe des connecteurs spécialement affectés à ces abonnés. — (C. Janculesco, ancien élève de l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, Ingénieur à la Compagnie Thomson-Houston.)

PÉRIODIQUES EN LANGUES ÉTRANGÈRES

Télégraphie et Téléphonie multiplex, par Frank B. JEWETT (*Telephone Engineer*, février 1919). — Rapportez-vous à la lettre de M. Vail du 11 décembre dernier annonçant l'accomplissement de la télégraphie et de la téléphonie multiplex (1) et reconnaissez que tôt ou tard les rêves finissent par se réaliser. Dans ce cas le résultat des travaux des ingénieurs des Compagnies *Bell* que M. Vail a annoncé au Postmaster general et par lui au monde entier n'était que la réalisation des châteaux en Espagne que chacun de nous, téléphonistes, avait construits. Je ne crois pas qu'il y en ait un seul parmi nous qui n'ait, à un moment ou à l'autre, envisagé l'époque où la télégraphie et la téléphonie multiples cesseraient d'être un rêve et deviendraient un fait accompli. J'ose dire de plus que chacun de nous était assuré qu'il ou elle ne manquerait pas de reconnaître l'arrivée de ce grand événement aux changements extraordinaires qui en résulteraient dans son travail habituel.

Un mécanicien, un ouvrier des lignes, par exemple, pouvaient-ils concevoir un changement si important sans une transformation complète du matériel qu'ils avaient appris à si bien connaître ? Un ouvrier d'usine pouvait-il imaginer l'appareil permettant d'obtenir le résultat si longtemps cherché comme une simple combinaison de bobines, de relais, de jacks ordinaires qui étaient devenus une partie de sa propre existence ? Évidemment non. Il y aurait quelque

(1) *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, mars 1919, p. 167.

chose de si différent, de si compliqué dans les appareils de télégraphie et de téléphonie multiples que lui au moins saurait à quel moment le changement s'est effectué. Est-ce que la téléphoniste croirait qu'elle, l'habile directrice des fils conducteurs de la parole, ne serait pas avertie dès les premiers jours du fonctionnement de la lampe qui constitue la partie vitale du système multiplex ?

Et pourtant, combien la réalisation a été différente du rêve. Pour l'œil pénétrant de l'ouvrier des lignes, la ligne sur poteaux avec ses traverses, ses fils, ses consoles paraît aujourd'hui presque semblable à ce qu'elle était avant-hier. Il comprend que le Destin lui a joué un tour et l'a privé du droit de dire : « Je savais qu'il en serait ainsi. » Est-ce que les machines des ouvriers d'Hawthorne ont pris soudainement des formes fantastiques et bizarres et ceux-ci sont-ils forcés de tourner des pièces étranges qui n'étaient pas fabriquées jusqu'ici ? Hélas ! Ils ont aussi été dupés par le Destin. L'insatiable magicien des lignes a encore besoin de ses bobines et de ses condensateurs, de ses cordons et de ses jacks, de ses commutateurs et de ses tubes et des mille et un autres artifices de son métier. Finalement qu'est-il advenu de la téléphoniste — elle, à qui la Destinée doit sourire ? A-t-elle été avertie à l'avance de la nouvelle soumission de la nature au service de l'humanité ? Une fois de plus le Destin s'est montré dispensateur de la vraie justice, il ne connaît pas de favoris et ayant trompé le service du matériel et les ouvriers d'Hawthorne il s'est joué du service d'exploitation. Le fait que les téléphonistes fatiguées et surmenées de Washington et de Pittsburg trouvèrent un matin en s'éveillant quatre bons circuits supplémentaires pour faciliter l'écoulement du nombre considérable d'appels de guerre, ne proclamait pas une nouvelle apparition d'Aladin. Assurément elles s'aperçurent bientôt que ces quatre nouveaux circuits étaient *très* bons et elles les considérèrent promptement comme les favoris du groupe, mais y avait-il quelque chose d'extraordinaire dans ceci ? auparavant d'autres nouveaux circuits n'avaient-ils pas aussi été trouvés *très* bons ? C'est pourquoi elles les acceptèrent avec joie et ne furent pas surprises, et le Destin en rit tout bas dans sa barbe.

« Mais, dites-vous, si les choses sont si prosaïques et si simples est-ce que mon rêve de quarante ans s'est réellement réalisé ? »

Pour mieux comprendre tout ceci, supposez que nous nous transportons du royaume de l'imagination dans celui de la réalité.

Le problème de la télégraphie et de la téléphonie multiples que les services techniques de l'*American telephone and telegraph Company* et de la *Western Electric Company*, travaillant en étroite collaboration, ont résolu, démontré et appliqué à une exploitation commerciale pratique, n'est autre que l'emploi simultané d'une seule paire de fils pour plusieurs communications téléphoniques sans inter-

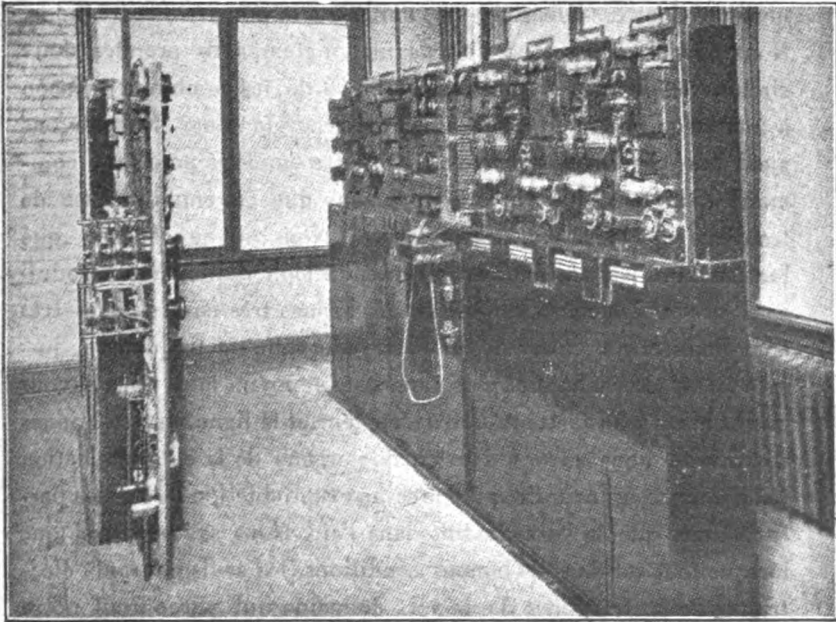


Fig. n° 1. — Appareils de téléphonie multiple installés à Tuxedo (près de Baltimore).

férence entre elles ou pour plusieurs messages télégraphiques sans interférence entre eux ou, en cas de besoin, pour les deux à la fois. Actuellement le service commercial où le système est exploité dispose de cinq communications téléphoniques et de deux liaisons télégraphiques ordinaires réalisées avec une seule paire de conducteurs.

Comme l'indique la lettre de M. Vail, le champ ouvert à la télé-

phonie et à la télégraphie multiples est vaste. Il est *possible* maintenant d'assurer plusieurs communications téléphoniques simultanées avec une seule paire de fils, que ces fils soient longs ou courts. Mais cela nécessite des appareils extrêmes et intermédiaires coûteux, de sorte qu'il n'est ni *économique*, ni *pratique* d'employer le système multiplex sur les lignes très courtes, ni d'essayer de réaliser sur le même circuit le nombre maximum de communications simultanées que la technique actuelle permet.

La description d'un circuit téléphonique moderne et des phénomènes dont il est le siège est familière à la plupart d'entre nous. Nous savons qu'il est possible depuis longtemps de prendre deux circuits téléphoniques bifilaires voisins et de les combiner de façon à former un circuit supplémentaire ou circuit fantôme. Nous savons aussi que chacun des quatre fils peut être employé pour une communication télégraphique ordinaire sans que cet emploi cause de troubles sur le circuit téléphonique. Nous savons encore que lorsque nous parlons dans un récepteur téléphonique, nous produisons des faibles courants qui ont des formes très curieuses et très complexes et qui couvrent un vaste intervalle de fréquences, jusqu'à 2.000 alternances et plus par seconde. En un mot, nous savons que si notre transmetteur, notre récepteur et la ligne sont en bonnes conditions, nous aurons dans chaque organe de la communication téléphonique un courant qui donne une reproduction fidèle des perturbations que la voix produit dans l'air. Nous savons aussi que lorsque tout est dans de bonnes conditions, les seuls courants électriques de la fréquence de la voix humaine qui parcourent notre récepteur téléphonique doivent être ceux que produit le transmetteur employé par la personne à qui nous parlons.

S'il en est ainsi et si, comme nous le savons, toutes les voix humaines ont à peu près la même étendue de fréquences, comment est-il possible d'employer une seule paire de fils pour plusieurs messages simultanés et de faire en sorte que chaque message se dirige seulement vers l'appareil auquel il est destiné? Pourquoi ces messages ne se mêlent-ils pas et ne forment-ils pas un chaos inextricable pendant qu'ils voyagent ensemble sur la route commune? C'était la difficulté qui a déconcerté tant d'hommes pendant de nombreuses

années et a amené la production d'un si grand nombre de dispositifs ingénieux destinés à maintenir constamment séparés les différents messages transmis. Mais pas une de ces nombreuses découvertes n'a pu être mise en exploitation pratique jusqu'au moment où les techniciens des Compagnies *Bell* se sont mis au travail en partant d'un nouveau principe.

Nous savons tous, ou, du moins, nous avons tous entendu dire qu'il y a des intervalles de fréquences, à la fois électriques et mécaniques, qui sont au delà des limites de perception de nos cinq sens. Mais les hommes ont trouvé que les courants à haute fréquence, par exemple, obéissent aux mêmes lois que les courants à basse fréquence et ils ont trouvé en outre que ces hautes fréquences ont un attachement particulier pour les circuits spécialement appropriés pour les recevoir et que chaque haute fréquence particulière, si elle a la possibilité de choisir entre un certain nombre de circuits différents, choisira le mieux approprié à ses besoins, de préférence à tous les autres circuits. On pourrait presque dire que la sélection est semblable à celle qu'emploie une colonie de crabes ermites cherchant de nouveaux domiciles dans un tas de coquilles vides.

C'est cette propriété particulière de sélectivité entre les différents courants à haute fréquence qui a été employée pour combiner et séparer les différents messages qui doivent voyager ensemble sur une route commune ; mais le problème ne consistait pas à employer simplement un certain nombre de hautes fréquences différentes et leurs circuits correspondants. Il fallait en quelque sorte imprimer à chacun des courants à haute fréquence les caractéristiques de la parole particulière que l'on désire transmettre à l'autre extrémité de la ligne.

Heureusement un des dispositifs que nous avons imaginé lors des premières études qui ont abouti à la téléphonie transcontinentale et à la radiotéléphonie trans-océanique fournit un moyen tout prêt pour combiner les fréquences vocales ordinaires avec une fréquence plus haute, de sorte que les amplitudes successives du courant de haute fréquence en sortant de ce dispositif sont réduites suivant les fluctuations du courant téléphonique relativement lent. Ce dispositif que nous connaissons tous est le tube amplificateur à

vide, il peut servir également à séparer des fréquences hautes et basses. Mais pour tout ceci, il doit être associé à d'autres appareils nombreux dont les plus importants sont les circuits filtreurs sans lesquels le tube à vide serait inefficace.

Tel est donc le fondement de l'installation commerciale annoncée dans la lettre de M. Vail et qui fonctionne actuellement entre Washington et Pittsburgh. La section multiplex de la ligne s'étend du poste d'essais de Tuxedo, situé à côté de Baltimore au poste d'essais de Brushton aux environs de Pittsburgh. De Washington à Tuxedo et de Pittsburgh à Brushton, il y a autant de circuits téléphoniques bifilaires ordinaires qu'il s'écoule de communications téléphoniques par le procédé ordinaire ou par le système multiplex, c'est-à-dire dans ce cas particulier cinq circuits. Au point de vue de la conversation, de la signalisation et de l'exploitation, ces cinq circuits sont en tout semblables aux circuits téléphoniques ordinaires. A Tuxedo et à Brushton la ligne aérienne s'épanouit en cinq dérivations, conformément aux indications de la fig. 3.

La dérivation correspondant à la communication téléphonique ordinaire et aux deux liaisons télégraphiques simultanées système van Rysselberghe aboutit à un appareil filtreur faisant obstacle à tous les courants de haute fréquence, c'est-à-dire de fréquence supérieure à celles de la voix humaine. Les quatre autres dérivations aboutissent à des appareils comportant :

1° un filtre accordé sur une haute fréquence particulière destiné à sélectionner parmi tous les courants arrivants le courant modulé de cette fréquence particulière ;

2° un générateur d'oscillations électriques superposant aux fréquences vocales cette fréquence particulière, conformément aux diagrammes de la fig. 2 (a-b et c).

Ainsi, à un instant quelconque, les deux fils de la ligne interurbaine sont parcourus par un ensemble complexe de courants de haute fréquence modulés ou non, de courants téléphoniques ordinaires aux fréquences de la voix humaine, de courants télégraphiques et même de courants continus intermittents servant à la commande à distance du fonctionnement des appareils multiplex. Une description électrique de ce qui se passe dans la ligne interurbaine serait inintelligible à tous nos sens.

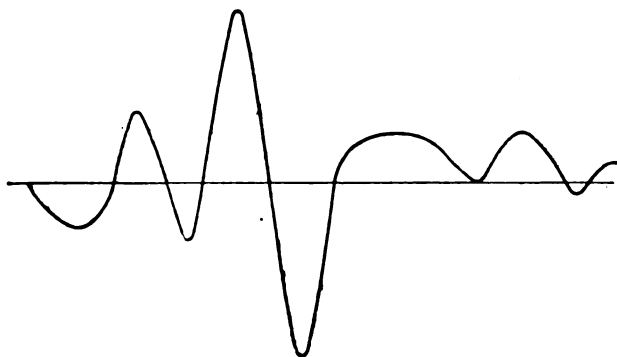


Fig. 2 (a). — Courant vocal.

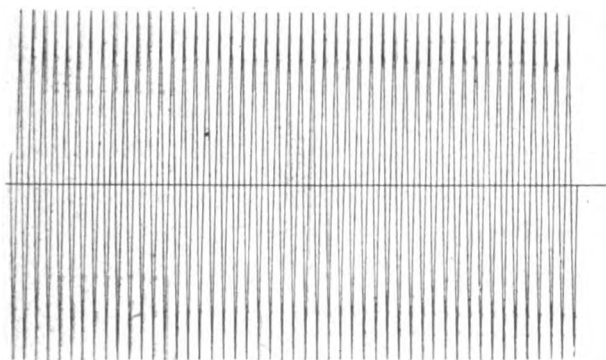


Fig. 2 (b). — Courant de haute fréquence non modulé.

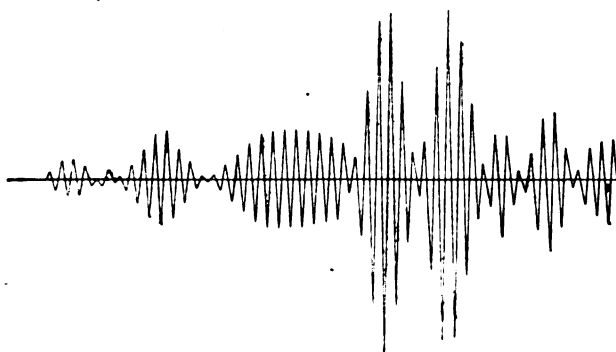


Fig. 2 (c). — Courant de haute fréquence modulé suivant les fluctuations de la voix.

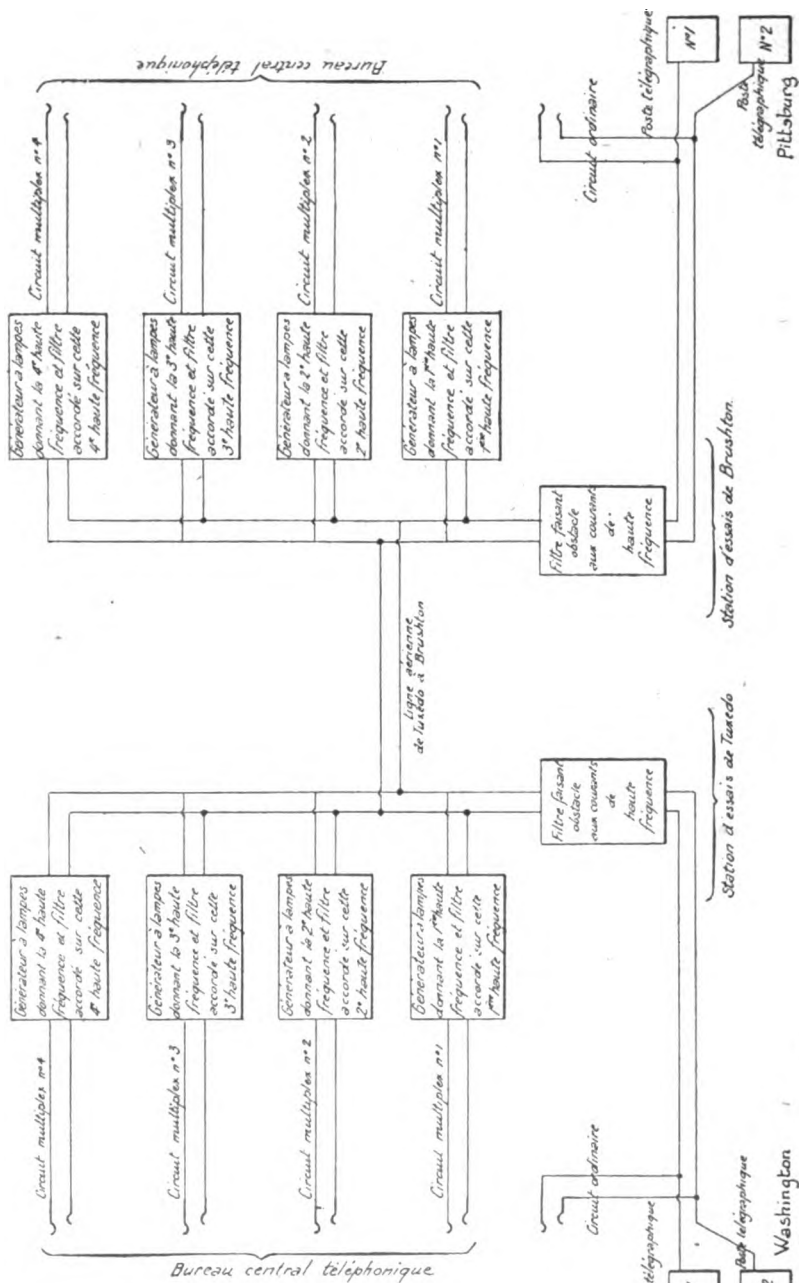


Fig. n° 3. — Schéma général de l'installation de téléphonie multiple entre Washington et Pittsburgh.

Comme conclusion, rappelons succinctement l'historique de cette question.

Même avant que la communication téléphonique transcontinentale de New-York-San Francisco ait été réalisée, les ingénieurs de la *Western Electric* et de l'*American telegraph and telephone Cy* se rendirent compte que les études faites pour l'établissement de cette communication serviraient à résoudre le problème de la téléphonie et télégraphie multiples et, il y a plus de quatre ans, un appareil construit dans les laboratoires de recherches de la *Western Electric Company* permit d'écouler plusieurs communications sur une même paire de fils. Les travaux furent continués jusqu'à la fin de 1916, et au début de 1917, une installation d'essai fut montée et mise en service sur une partie de la ligne New-York-Chicago. Ces essais conduisirent à l'installation actuelle Washington-Pittsburgh qui rendit les plus grands services au moment où, à Washington, le trafic téléphonique, par le fait de la guerre, atteignait son maximum d'intensité.

Pour terminer, je ne puis mieux faire que d'exprimer ici mon appréciation des efforts des hommes qui ont résolu ce problème et qui ont ajouté une nouvelle couronne de lauriers à la collection du système Bell.

Pour donner une explication élémentaire du système, explication qui sera bien accueillie même par les techniciens du téléphone, Bancroft Gherardi, de l'*American telephone and telegraph Company*, a dit :

« Imaginez une photographie composée dans laquelle chacun des cinq sujets est photographié en une couleur différente : rouge, bleu, vert, orange et violet. Dans l'image composée, les couleurs aussi bien que les caractéristiques sont mêlées, mais quand on la regarde à travers des verres colorés, chaque image composante est distinguée des autres. Avec des verres rouges, on voit la photographie rouge ; avec des verres bleus la photographie bleue se détache plus clairement et ainsi de suite. La teinte de chaque photographie sert de moyen de différenciation : de la même manière, les différentes hautes fréquences utilisées dans le système multiplex servent à différencier les cinq conversations transmises simultanément sur le même circuit téléphonique. »

L'Avenir du téléphone automatique en Angleterre

(*The Times Engineering Supplement*, mai 1919). — Le succès remporté par quelques bureaux téléphoniques automatiques, et plus particulièrement l'accueil favorable que firent les abonnés à l'importante installation de Leeds, ont fait envisager l'adoption de cette méthode dans le réseau téléphonique de Londres.

Bien qu'il ne soit pas probable qu'un bureau automatique public soit mis en service à l'intérieur de Londres avant un certain temps, Sir William Slingo, ingénieur en chef du Post Office, est certain que les investigations en cours amèneront le déclin de la méthode d'exploitation actuelle en faveur de l'automatique dans tout le district de Londres.

Entre la plus grande installation réalisée, celle de Leeds avec 6.000 abonnés, et l'application du système automatique aux 140.000 abonnés de Londres, le saut est considérable, bien plus grand que tout ce qui a été tenté jusqu'ici. On ne croit pas cependant que des difficultés techniques entraveront la réalisation de plans conçus sur une grande échelle. On espérait qu'avant de procéder aux installations de Londres le système automatique aurait pu être mis à l'essai dans les grandes villes en adaptant cette méthode d'exploitation aux bureaux de la région de Liverpool. Pour diverses raisons, on a reconnu que cela n'était pas possible, mais il a été décidé d'étendre le système à la région de Leeds en équipant tous les petits bureaux avec des appareils automatiques.

Questions à résoudre.

Une décision définitive en ce qui concerne la transformation du système téléphonique de Londres comporte non seulement la solution des problèmes d'ordre technique, mais aussi celle de questions financières. L'installation d'un bureau automatique coûte 40 à 50 % plus cher que celle d'un bureau manuel ordinaire, et il n'y a pas encore assez de données utiles pour permettre, même aux experts, d'établir si l'économie réalisée sur les frais d'exploitation est une compensation suffisante pour les dépenses initiales plus grandes. Il faut aussi savoir si l'entretien d'un système automatique revient plus

ou moins cher que celui du système manuel. Ceux qui ont suivi les progrès de l'automatique estiment que le bénéfice sera du côté du bureau automatique, particulièrement si l'on envisage l'augmentation des salaires qui serait inévitable avec le maintien de l'exploitation manuelle.

Pour Leeds, il a fallu un numérotage d'abonnés à cinq chiffres et comme les abonnés n'ont éprouvé aucune difficulté, on croit que les bureaux à six chiffres qui seront nécessaires pour Londres ne présenteront aucune complication. L'intention est de diviser Londres en un certain nombre de zones ne coïncidant pas nécessairement avec celles qui existent actuellement et subdiviser ces zones principales en zones de bureaux. Ceci signifierait que bien qu'un système avec six chiffres serait nécessaire, le premier chiffre se rapporterait à la zone principale, le deuxième à la zone du bureau et les quatre autres au numéro de l'abonné.

Moins de centraux téléphoniques.

Un avantage de l'extension du système automatique à Londres serait la diminution du nombre de centraux téléphoniques. La raison de cette réduction est que dans l'exploitation manuelle, à cause des difficultés de manipulation, le nombre de lignes d'abonnés reliées à un bureau est limité à 10.000, tandis qu'avec l'exploitation automatique, il est possible d'aller jusqu'à 30.000 lignes et plus. Les nouveaux bureaux devront servir à l'écoulement d'un trafic considérablement plus grand ; ils n'auraient cependant pas besoin d'être plus vastes par suite de l'économie d'emplacement résultant de l'élimination des postes d'opératrices. Le type de bâtiment serait aussi d'un caractère généralement plus simple.

Une décision préliminaire devra être prise quant au type du système qui sera installé. Les systèmes Strowger, Western Electric, Siemens et Lorimer ont été installés dans les bureaux automatiques fonctionnant actuellement en province. Le système Lorimer installé à Hereford ne semble pas devoir être adopté ailleurs, mais les autres systèmes présentent tous certains avantages et il est possible qu'un nouveau système comportant les meilleures caractéris-

tiques de chacun d'eux soit adopté pour Londres. En ce qui concerne les centres de province où existe un seul bureau, le choix des systèmes n'a pas été d'une si grande importance et, par exemple, le fait que Grimsby possède un système différent de celui de Leeds n'a amené aucune difficulté dans l'intercommunication puisque la connexion entre les abonnés de ces deux grandes villes pouvait être faite par la téléphoniste interurbaine. Dans le cas de la métropole où un grand nombre d'appels transiteront entre les différents bureaux sans l'intervention d'aucune téléphoniste, le même système doit être installé partout.

Le programme des bureaux automatiques est maintenant presque arrêté et des travaux sont effectués en ce moment à Stockport. Cependant, il est probable qu'avant que les abonnés de Londres puissent se servir de l'automatique, des installations nouvelles auront été faites en province et des villes telles : Dundee, Swansea, Southampton ont été placées provisoirement sur la liste.

Le Fullerphone. Son application à la télégraphie militaire et civile (Extraits d'un article du major A. G. Fuller : *The Electrician*, mai 1919). — Le « Fullerphone » a été imaginé pour des besoins militaires. Cet appareil reçoit des courants télégraphiques (code Morse) de l'intensité de quelques micro-ampères seulement et les traduit en signaux vibrés dans un récepteur téléphonique.

Une manière très simple de produire une note musicale dans un récepteur téléphonique ordinaire consiste à faire passer un courant continu et à l'interrompre à la fréquence voulue. Il est évident qu'une note de la fréquence de l'interrupteur sera perçue dans le téléphone.

Mais, avec ce système, les signaux peuvent être lus par induction à de très grandes distances de la ligne et il est, en outre, impossible d'approprier les lignes téléphoniques à l'usage télégraphique.

Il semblait que la solution était l'envoi sur la ligne d'un courant continu comme un courant Morse ordinaire, mais d'une valeur aussi basse que possible, et en même temps la conversion de l'éner-

gie ainsi transmise en courant vibré ou pulsé à l'autre extrémité — ces courants vibrés ou pulsés devaient être confinés étroitement à cette extrémité et empêchés de se dériver le long de la ligne.

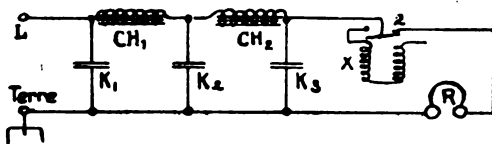


Fig. 1

La figure 1 représente le circuit récepteur. K_1 , K_2 , K_3 sont des condensateurs de chacun 1 microfarad. CH_1 , CH_2 sont des bobines de réactance d'une grande impédance, chacune de 2, 4 henrys environ et d'une résistance de 750 (ohms). X est un interrupteur vibrant mû électriquement et muni de deux contacts, l'un pour le faire mouvoir, l'autre pour l'arrêter. Le frappeur ou vibrateur X peut être réglé à n'importe quelle fréquence entre 300 et 600 ou 700.

Maintenant si une force électro-motrice uniforme est appliquée entre la ligne et la terre et si le circuit est fermé en X , un courant continu passera par les bobines de réactance, le contact 2 et le récepteur. Si le circuit est ouvert en X , le courant ne pourra s'écouler dans le récepteur mais passera dans les condensateurs et les chargera. Quand le circuit sera de nouveau fermé en X , les condensateurs se déchargeront en partie dans le récepteur R .

Quand l'interrupteur X fonctionne, on a donc un courant intermittent dans le récepteur téléphonique, donnant une note perceptible, tandis que (si les bobines de réactance et les condensateurs sont convenablement choisis) le courant de ligne passe alternativement dans le récepteur et les condensateurs et reste pratiquement constant et continu sur la ligne. Il en résulte que les points et les traits transmis par le manipulateur Morse en courant continu à l'autre extrémité de la ligne sont reçus en notes courtes ou longues dans le récepteur téléphonique au poste de réception, tandis que le courant sur la ligne est sensiblement de la même nature que celui qui est envoyé par un poste Morse ordinaire sauf qu'il est beaucoup

plus faible, car on peut obtenir des signaux lisibles avec moins d' $\frac{1}{2}$ micro-ampère environ. En pratique on emploie une batterie de transmission composée d'une seule pile sèche.

Les signaux sont beaucoup plus clairs que ceux obtenus avec le « buzzer » (1), car le commencement et la fin d'un signal ne dépendent pas du départ et de l'arrêt d'une armature vibrante : la moyenne de rendement est par suite beaucoup plus élevée qu'avec le « buzzer » (en admettant toujours que l'opérateur est suffisamment habile).

La disposition des bobines de réactance et des condensateurs empêche non seulement toute variation appréciable du courant de ligne, mais empêche aussi tous les courants vibrés parasites (tels que ceux qui seraient produits par induction d'autres circuits, par un vibreur sur la ligne ou un téléphone) de passer dans l'appareil récepteur serre-tête. Tous ces courants passent dans le condensateur K_1 . Un courant vibré quelconque viendrait-il à passer à travers CH_1 , il prendrait alors le chemin de la terre par K_2 plutôt que par l'inductance élevée CH_2 ; les récepteurs sont ainsi doublement protégés contre les courants induits parasites et contre les courants téléphoniques passant sur la même ligne.

Quand le fullerphone F est connecté, comme l'indique la figure 2, le courant ne peut parvenir sur la ligne que relativement

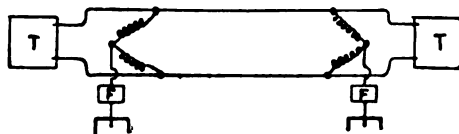


Fig 2

doucement à cause de l'effet de la capacité des condensateurs et de la self-induction des bobines de réactance. Cette retardation de l'écoulement du courant a pour objet d'empêcher de percevoir des

(1) Le « buzzer » était un appareil à signaux vibrés employé dans la télégraphie militaire américaine.

clics dans un récepteur téléphonique inséré dans la ligne et ceci dans un double but :

a) Empêcher la possibilité de lire les signaux Morse au moyen de ces clics.

b) Empêcher les clics de troubler la communication téléphonique T passée sur la ligne simultanément avec la transmission Morse.

Il est évident qu'un téléphone T peut être ajouté sur la ligne sans aucune interférence entre le Fullerphone et le téléphone en tant que l'on ne considère que la conversation : et, dans le dernier modèle de l'Armée, un téléphone a été incorporé. La figure 2 montre que le Fullerphone peut être, — et l'est en réalité, — superposé sur une paire téléphonique à la manière habituelle. Les bobines en dérivation peuvent être de résistance très élevée et de grande impédance et n'ont, par conséquent, aucune influence sur la téléphonie.

Dispositifs d'appel du Fullerphone. — Dans l'instrument militaire de campagne un arrangement a été fait pour envoyer un fort courant vibré sur la ligne dans le but d'attirer l'attention. La batterie ordinaire est renforcée de deux piles supplémentaires, ce qui porte leur nombre à trois. Cet appel est considérablement plus fort que les signaux du Fullerphone si la ligne est comparativement courte et en bon état, mais si la ligne a une résistance ou une capacité très élevée, les signaux du Fullerphone seront plus forts que ceux du vibreur.

Troubles dus aux courants terrestres ou au mauvais isolement. -- Les difficultés dans le fonctionnement du Fullerphone sont presque invariablement dues aux petits courants ramassés par la ligne soit par les terres, soit par de mauvaises terres, soit par dérivation des circuits Morse voisins. Les courants qui causent ces troubles doivent être des courants continus ou d'une fréquence très basse.

Un courant terrestre sur la ligne produit un bourdonnement continu dans le récepteur du Fullerphone quand l'interrupteur local est en marche.

Les troubles dus à des courants terrestres constants qui circuleraient dans une direction opposée à celle des courants de trans-

mission peuvent toujours être réduits (dans beaucoup de cas suffisamment pour exploiter la ligne) en inversant la ligne et la terre au poste transmetteur, amenant ainsi les deux courants dans la même direction. Une bonne terre n'est pas nécessaire au Fullerphone et peut même être un inconvénient.

Le dérangement provenant d'un courant terrestre constant ou par une dérivation, ou par les terres peut toujours être éliminé par l'insertion d'un potentiomètre dans la ligne à l'extrémité de réception et un tel potentiomètre forme une partie constituante de l'instrument en service.

De nombreux essais ont été faits afin de s'assurer que les messages transmis avec ce système étaient à l'abri de la possibilité d'être interceptés par les appareils d'écoute ennemis. On a trouvé que dans des conditions idéales, et avec le meilleur appareil qui puisse être construit pour cet usage, il était impossible d'intercepter les messages à 100 mètres de la ligne : il faut aussi remarquer que l'on n'obtiendra jamais ces conditions idéales en campagne. Les essais montrent que le minimum de courant de travail est inférieur à $\frac{1}{2}$ micro-ampère. Ceci indique que le système fonctionnera sur des lignes ayant une résistance conductive très grande ou une très mauvaise isolation. En pratique, nous avons souvent exploité des lignes dont la résistance de conductivité était beaucoup plus grande que la résistance d'isolement. Dans une autre occasion, on essaya par un temps humide une ligne formée par un fil de cuivre nu posé sur le sol avec retour par la terre. On put travailler sur la ligne mais avec difficulté.

Application du Fullerphone à la télégraphie civile. — Les expériences et les essais faits récemment ont montré que le Fullerphone peut remplacer les appareils Sounder, Morse sur n'importe quelle ligne où le travail se fait à la main. Les avantages de ce système sont les suivants :

- a) Grande économie d'énergie.
- b) Simplicité d'installation du bureau et de manipulation des appareils.
- c) Il peut servir sur les lignes à très longue distance sans translation ou relais.

d) L'entretien des lignes peut être réduit au minimum.

e) Les lignes peuvent avoir une résistance élevée, la résistance mécanique de la ligne deviendra probablement le facteur principal plutôt que la conductivité.

f) Les lignes peuvent être très dérivées et les contacts avec les feuillages n'ont qu'une légère importance.

g) Il ne produit aucun dérangement sur les circuits téléphoniques voisins ou parallèles et l'on n'a pas à craindre de troubles sur les circuits téléphoniques où le Fullerphone est superposé.

h) Il sera possible de communiquer sur de très longues lignes sur terre, puis sur câble, même prolongées par des lignes terrestres sans aucune conversion ou retransmission. On n'a pas encore essayé jusqu'à quelle limite ces facilités étaient possibles.

En vue de son application à l'usage civil une méthode d'appel par courant continu a été imaginée et donne des résultats satisfaisants.

Câbles. — L'auteur n'a pas encore eu l'opportunité de s'assurer jusqu'à quel point le système peut être appliqué avantageusement au travail sur les câbles, mais de grands progrès dans la télégraphie sous-marine sont assurés par notre connaissance actuelle des amplificateurs. Le signal audible normal produit par la méthode est admirablement approprié pour opérer sur la grille d'une valve amplificatrice. Dans ce but les téléphones sont remplacés par l'enroulement primaire d'un transformateur approprié dont l'enroulement secondaire est connecté à la grille-filament de la valve.

EXTRAITS DE LA DISCUSSION DEVANT L'INSTITUTION OF
ELECTRICAL ENGINEERS.

Mr. H. H. Harrison dit que les principes généraux de l'appareil qui a été décrit se trouvent dans deux brevets (N^{os} 7265/87 et 17528/87) de l'ingénieur téléphonique français Clément Ader. Ceux-ci se rapportaient non seulement à des méthodes d'emploi des lignes terrestres avec le code Morse mais aussi à des méthodes d'utilisation des câbles avec le même code. Ces méthodes étaient fondées sur les mêmes principes que le Fullerphone — signaux

faibles par courant continu, interrompus par un vibreur ou un commutateur rotatif à l'extrémité de réception. Dans l'arrangement décrit par le major Fuller, il y a un dispositif-filtre consistant dans la combinaison des inductances et des capacités par laquelle les troubles inductifs provenant des courants vibratoires du voisinage étaient exclus et l'arrangement par lequel le condensateur récepteur était chargé pour un temps comparativement long et déchargé en un temps court donnant une amplification évidente des signaux. M. Harrison ne peut pas partager les vues pleines d'espérance du major Fuller quant à l'emploi universel du Fullerphone dans la télégraphie civile car c'est un instrument qui fonctionne à la main. Il ne serait pas avantageux de le faire fonctionner sur une longue ligne parce que l'envoi de 30 ou 40 mots par minute sur une ligne coûtant plusieurs milliers de livres sterling ne pourrait pas être jugé acceptable tandis que les appareils automatiques ou à clavier envoient 300 mots par minute et il y aurait des difficultés pour obtenir une balance duplexée satisfaisante. Le courant de transmission est de l'ordre de 1/1000 de celui des appareils télégraphiques ordinaires et tous ceux qui ont quelque expérience dans l'exploitation en duplex des lignes télégraphiques savent que les difficultés seraient intensifiées avec le Fullerphone. Il pourrait être employé sur une boucle et si les fils étaient sur les mêmes poteaux et de mêmes caractéristiques une partie de la difficulté disparaîtrait. Une autre difficulté dans l'application universelle du Fullerphone c'est qu'il serait sujet à des troubles provenant des circuits à grande vitesse, des tramways, du départ et de l'arrêt des trains.

Mr. A. C. Brown dit qu'il inventa en 1896 un appareil presque semblable à celui présenté par l'auteur. Il prit un brevet, mais il ne sait pas comment il obtint ce brevet après avoir eu connaissance de celui de van Rysselberg. Le système de *Mr. Brown* envoyait un courant continu du poste transmetteur et le séparait à l'extrémité de réception d'une ligne soit continue, soit coupée. Le courant était séparé par exemple par un vibreur mû en local et ensuite mis en série à travers un téléphone à la terre. Avec ce système la *Direct United States Cable Company* assura pendant un temps considérable la communication sur un câble de l'Atlantique coupé ;

il fut aussi employé par la *Europe and Azores Company* et Mr. Brown croit que l'*Eastern Telegraph Company* s'en servit aussi. L'inductance du fil et aussi la capacité du câble lui-même étaient un efficace redresseur d'onde. La capacité était même au-dessus de ce qui était nécessaire. Les câbles artificiels employés pour balancer le câble réel dans la transmission en duplex étaient constitués avec des résistances qui avaient entre elles une petite self-inductance et shuntées vers la terre et, dès que le câble artificiel balançait le câble réel, celui-ci avait lui-même une inductance suffisante pour agir comme un rectificateur d'onde. L'auteur a donné une bonne méthode pour remédier aux courants terrestres, mais Mr. Brown les empêchait sur les lignes. Il employait une clé à renversement et un petit condensateur à l'extrémité de réception, ce qui interceptait et détournait les courants terrestres à moins qu'ils ne fussent très variables. Avec le temps, ils passaient malgré cet arrangement. Mr. Brown garantit qu'il en aurait été de même avec n'importe quel autre appareil. Cet appareil (brevet N° 30.123/96) fut offert au War Office en 1896, mais on n'en avait pas encore besoin — c'était trop tôt.

Le général *Hildebrand* dit qu'il était bon de dire que les officiers français avaient été les premiers au front à lire les messages ennemis, autant qu'il a pu le savoir, et que c'est après eux que les Allemands eurent l'idée de se servir à cette fin du récepteur téléphonique. C'est alors qu'apparut le major Fuller.

Mr. Lt. B. Atkinson dit qu'au début de la guerre son neveu lui avait écrit que l'on avait découvert que les boches lisaient tous nos signaux transmis avec le « buzzer », son colonel lui avait demandé de résoudre le problème et il désirait un conseil sur la manière de le faire.

Mr. Atkinson écrivit à son neveu pour lui demander quelques renseignements sur la situation et reçut cette réponse : « Il m'est interdit de vous envoyer aucun des renseignements demandés. »

Le réseau téléphonique des grandes villes (Extraits d'une étude de MM. E. A. Laidlaw et W. H. Grinstead : *The Electrician*, mai 1919). — Les auteurs se proposent d'examiner : a) quelles

sont les possibilités d'amélioration de la qualité du service ; b) comment pourraient être modifiés les tarifs et c) quelles sont les possibilités de réduction des frais d'exploitation.

Ils considèrent que la main-d'œuvre sera de plus en plus chère et plus difficile à obtenir. D'un autre côté il n'est pas probable que le nombre d'appels écoulés par opératrice et par heure puisse augmenter.

Qualité du service. — Avec les installations manuelles on ne peut espérer une grande amélioration de la qualité du service ; il est nécessaire d'avoir recours à l'exploitation mécanique. Les auteurs donnent des tableaux comparatifs du temps qu'il faut à un abonné pour être relié à un autre. On doit rechercher l'amélioration sous deux rapports : premièrement une diminution du temps moyen pris pour sonner l'abonné demandé et deuxièmement une plus grande uniformité dans ce temps. L'introduction d'appareils mécaniques éliminerait la grande différence qui existe entre le temps employé pour les appels locaux et celui des appels par lignes auxiliaires. Le service par lignes auxiliaires devrait être aussi rapide que celui des appels locaux : ce qui serait le cas si l'exploitation complètement automatique était adoptée. Les chiffres fournis par les auteurs montrent que dans l'exploitation manuelle, le temps moyen employé pour la mise en communication de deux abonnés est de 16,4 secondes pour les appels locaux et 28,6 secondes pour les transits. Avec l'exploitation mécanique la moyenne est de 8 secondes, elle pourrait être portée à 10 secondes pour les grands réseaux avec 6 chiffres. Une amélioration pourrait aussi être effectuée par l'élimination des retards dans la déconnexion.

Batterie centrale. — Les auteurs suggèrent que le voltage des batteries centrales pourrait être augmenté. Les bureaux automatiques emploient tous des voltages beaucoup plus élevés que 22 volts.

Tarifs. — Ils appuient sur l'importance de l'élément temps dans la fixation des tarifs et indiquent que le problème est beaucoup simplifié par l'acceptation d'une unité de base pour évaluer la somme variable payable par chaque abonné ; l'unité pourrait, par exemple, être de 1000 communications locales d'une durée de

2 minutes. Le tarif basé sur le temps d'occupation est scientifique et équitable et il serait rapidement compris. Le mécanisme d'enregistrement des compteurs pourrait être modifié facilement afin d'introduire des tarifs différents pour les différentes parties de la journée et améliorer ainsi l'utilisation des circuits.

Frais d'exploitation. — Pendant la guerre le prix des installations automatiques s'est élevé comme le prix de tous les autres matériaux, mais ces prix sont de nature à baisser. Avec l'équipement automatique, les charges d'amortissement sont plus fortes qu'avec l'équipement manuel, à cause de son prix de revient plus élevé ; mais l'époque actuelle est particulièrement favorable pour effectuer le remplacement parce que pendant ces dernières années, tous les nouveaux travaux ont été réduits au minimum (1) ; actuellement il n'y a pas de bureau téléphonique public qui ait moins de 45 ans d'âge et quelques-uns des plus grands bureaux téléphoniques sont pratiquement parvenus à la fin de leur vie économique. La valeur des installations en service a donc atteint un chiffre minimum. Avec les installations automatiques, les frais de construction d'immeubles seraient réduits parce que les architectes auraient plus de liberté pour adopter un type de construction meilleur marché. Si l'on considère les frais d'administration et d'exploitation, ces frais se sont augmentés de plus de 150 % pendant les dix dernières années, l'installation mécanique est le seul moyen qui permettra une sérieuse réduction de ces dépenses. Le déplacement du personnel actuel n'entraînera pas de grandes difficultés car la conversion prendrait au moins sept ou huit ans et la durée moyenne du service d'une opératrice n'est que de quatre ans.

Cas des grandes villes. — Les auteurs passent alors aux problèmes techniques impliqués par l'emploi des systèmes automatiques dans les grandes villes en prenant Londres comme exemple. Le réseau téléphonique de Londres s'étend sur 165.753 hectares et la densité d'abonnement varie de un ou deux postes par mille carré (258 hectares) dans quelques parties de la périphérie jusqu'à

(1) Les auteurs ont spécialement en vue le réseau téléphonique de Londres (N. D. T.).

5.000 environ par mille carré dans le centre. Il est desservi actuellement par plus de 70 bureaux. En janvier 1916, le nombre total des lignes était de 147.330 et il est probable que ce nombre s'élèvera plus tard à 700.000. Les problèmes de la période de transition présentent quelques difficultés. La conclusion de leur examen est qu'il n'y a pas de difficultés fondamentales pour l'application des systèmes automatiques aux grandes villes, même pendant la période de transition. Londres possède un des systèmes téléphoniques les plus étendus et les plus complexes du monde et les auteurs pensent qu'il n'y aurait certainement pas de difficultés à traiter les cas similaires si l'exploitation automatique peut être appliquée au réseau de Londres.

Selon les auteurs une exploitation entièrement automatique serait préférable si l'on considérait seulement l'intensité maximum possible du trafic mais l'élimination totale de la téléphoniste n'est pas envisagée. L'intelligence humaine sera encore nécessaire sur les tableaux interurbains et sur ceux des bureaux privés annexes.

DISCUSSION DE L'ÉTUDE DE MM. LAIDLAW ET GRINSTED A L'INSTITUTION
OF ELECTRICAL ENGINEERS.

Sir William Slingo, Ingénieur en Chef du Post Office dit que le premier bureau automatique mis à l'essai fut ouvert dans ce pays en 1912 et qu'actuellement il y en a environ 14 en service malgré les entraves causées par la guerre, ce qui montre que le problème avait été sérieusement étudié. Si l'on adopte un certain système automatique, c'est le même système qui doit être installé d'un bout à l'autre du réseau. Il y a peu de maisons industrielles capables de construire des appareils et celle qui recevra le marché pour l'équipement du premier bureau aurait presque le droit d'équiper les autres ; des dispositions doivent donc être prises pour que le Gouvernement ne soit pas forcé ultérieurement de subir une hausse pour la construction des autres bureaux. Un bureau à cinq chiffres a été ouvert à Leeds il y a 12 mois et les résultats sont satisfaisants. Si un bureau à cinq chiffres pouvait donner satisfaction, il n'y avait pas de raison pour qu'il n'en soit pas de même avec un à

six chiffres et le réseau de Londres pourrait être exploité avec six chiffres. La vie de l'installation manuelle sera abrégée si elle est remplacée par l'automatique, mais l'automatique devra être débité de la perte qui en résultera. Il est certain que l'automatique fera ses preuves mais il est important de convaincre ceux qui tiennent les cordons de la bourse que c'est une entreprise avantageuse. Le système automatique demande un capital de 40 à 60 % plus élevé que le système manuel mais il est reconnu que les dépenses annuelles sont inférieures à celles du manuel par suite de la diminution de main-d'œuvre et de la réduction des locaux.

M. J. E. Kingsbury pense que le Post Office pourrait bien traiter lui-même les arrangements financiers avec les adjudicataires. Pourquoi maintiendrait-on la zone téléphonique actuelle de Londres? La main-d'œuvre et les autres conditions sont totalement différentes actuellement de ce qu'elles étaient il y a cinq ans. Tout se réduit à une question de finance. Il n'y a pas de doute à avoir sur le fonctionnement du système. Dans l'exploitation manuelle l'usage des numéros à quatre chiffres est de règle et chaque chiffre supplémentaire augmente le degré d'imprécision du collationnement des numéros, mais il n'y aurait pas d'inconvénient à employer quatre, cinq ou six chiffres avec l'automatique. Un demandeur serait certain d'avoir tous les chiffres devant lui en faisant un appel.

Le Col. Sir A. M. Ogilvie dit : le système automatique s'est recommandé lui-même au public d'une façon marquée parce qu'il supprime pratiquement les erreurs des téléphonistes, n'augmente pas les défauts des lignes et des appareils et rend l'abonné éloigné plus ou moins en rapport avec le demandeur pour les fautes qu'il peut commettre. Il y aurait cependant des difficultés dans un réseau tel que celui de Londres, difficultés qui n'existent pas dans les systèmes exploités actuellement et afférents à un seul bureau. L'article montre la complexité du système de jonction et pour un réseau comprenant plusieurs bureaux tel que celui de Londres, il n'était pas douteux que la dépense en matériel de ligne serait beaucoup plus élevée qu'avec le système manuel. Il suppose que la plus grande complexité de matériel dans un système à six chiffres comparé aux systèmes à cinq chiffres employés actuellement

conduirait à l'augmentation des frais d'entretien et à un plus grand risque de dérangements, mais ces arguments n'étaient probablement pas insurmontables. Il craint que pendant la conversion graduelle du système téléphonique manuel de Londres en système automatique qui pourrait prendre 10 ou 12 ans, le public ne soit obligé de faire face à des difficultés et à des tarifs considérablement accrus. Pendant la période de transition il doit y avoir un système à cadran ou un système équivalent employé pour l'écoulement des appels entre les abonnés de l'automatique et ceux du manuel, ce qui augmentera le prix de revient total du système. Pour les appels d'arrivée il doit y avoir un multiple pour le côté B du bureau automatique. L'idée de M. Laidlaw que cela pourrait être réalisé par une conversion dans le bureau actuel du multiple B en service ne semblait pas pratique. Le multiple B doit rester en service jusqu'à ce que tout le bureau soit complètement coupé; un nouveau multiple B doit donc être mis dans le premier bureau qui sera converti; il pourra être transporté plus tard dans d'autres bureaux. Jusqu'à ce que la grande majorité des bureaux manuels ait été convertis, il y aurait peu d'amélioration du service avec la petite part faite par l'automatique et il y aurait plutôt plus de difficultés dans l'exploitation de la partie manuelle.

M. Chas. A. Baker : Pour le service local, il devrait y avoir un tarif plus bas. Les prix élevés sont justifiés par le grand nombre d'abonnés avec lesquels il est possible de communiquer mais, d'un autre côté, tous ces abonnés sont reliés dans une zone restreinte. De tous les compteurs, le compteur téléphonique est le plus mauvais; il y aurait intérêt à ce qu'un compteur moderne puisse être installé chez l'abonné.

M. J. Hedley dit que l'une quelconque des 15 ou 25 lignes d'un abonné d'un grand bureau privé annexe devrait être accessible à n'importe quel abonné de réseau.

M. A. H. Preece demande pourquoi on se bornerait aux cadrans à 10 chiffres? Est-ce que l'emploi de toutes les lettres de l'alphabet sur un cadran n'augmenterait pas la portée d'un bureau? Ce n'est pas une petite affaire que de se rappeler six chiffres. Une compagnie exploitant un système manuel donna récemment des

instructions à ses usines pour obtenir des estimations pour la construction d'un nouveau bureau téléphonique. Les plus bas prix furent de 24.000 livres sterling (605.280 fr.) pour le système manuel et 50.000 livres sterling (1.261.000 fr.) pour l'automatique. Il fut calculé qu'avec les intérêts et la dépréciation l'automatique coûterait 6.000 livres sterling (151.320 fr.) de plus par an, c'est ce qui décida la compagnie à employer le système manuel.

M. A. J. Stubbs dit que, bien que l'on pouvait être certain du succès du système automatique, dont il avait été presque toute sa vie le défenseur ayant essayé de persuader sir William Preece de l'adopter quand Strowger l'introduisit le premier dans ce pays, on ne devrait pas permettre au public d'apprendre que le système actuel n'est pas bon. Le système automatique procure de grands avantages, mais il y a encore beaucoup à faire. Les auteurs admettaient pratiquement que le degré de développement atteint actuellement par l'automatique n'était pas celui qui pourrait être standardisé.

M. F. Ward fit remarquer qu'une augmentation de 50 % du voltage de la batterie centrale serait un avantage au point de vue de la transmission, mais que les forts voltages sont nuisibles aux lignes. Dans un ancien type de système automatique qu'il connaissait, 36 volts étaient connectés à une ligne pour la bobine et 60 volts à l'autre ligne. La ligne A avait toujours 60 volts et la ligne B 36 volts. Un essai a montré que la résistance d'isolement de la ligne à haut voltage était plus faible que celle de la ligne à bas voltage. Il était plus difficile d'éliminer les étincelles disruptives sur les hauts voltages que sur les bas voltages et un arc une fois engendré était plus facilement entretenu avec un voltage élevé qu'avec un voltage faible.

M. B. O. Anson donne des statistiques prises dans les bureaux à quatre chiffres du Post Office : temps nécessaire pour couper les communications de départ 1/3 sec. (système manuel de 4 à 7.1 sec.); temps pour couper les communications d'arrivée 1/3 sec. (manuel 5,3 à 13 sec.); le demandeur est renseigné que le demandé n'est pas libre dans 5 à 6 sec. (manuel 14 à 15 sec.); temps d'opération avec quatre chiffres 17 sec. (manuel 22 à 45 sec.); irrégularités dues

au matériel 1/5 % (manuel 9.5 à 24 %); irrégularités dues à l'abonné 4 % (manuel 4.3 à 9.2 %); total des irrégularités 4.4 % (manuel 17 à 30 %). On n'a pas trouvé que l'abonné fasse plus d'erreur en manœuvrant lui-même le cadran. Il ne voyait aucune raison motivant les prix élevés sauf qu'il y avait là une tentative de la part des adjudicataires. La vie de l'automatique est plus longue que celle du manuel. Les tarifs doivent être fixés pour s'adapter aux conditions nouvelles. Un compteur plus complexe que celui en usage devrait être refusé par l'administration. L'installation actuelle comportant 4 réglettes de 10 chiffres est bonne et d'un maniement facile; « East 4.136 » deviendrait 254.136, ce qui ne conviendrait pas aux bureaux manuels. Des lettres, soit D et S, pourraient être substituées à 25 et on pourrait employer un mot commençant et finissant respectivement par D et S, soit « Docks », ce qui donnerait au cadran « D. S. 4 136 ». Ceci pourrait être fait plusieurs années avant la transformation en automatique.

M. W. Aitken : Si l'on compte les communications d'après leur durée comme le propose M. Laidlaw, cela compliquera considérablement le matériel. Si les appareils devenaient plus compliqués il serait nécessaire de rechercher d'autres moyens pour arriver à de bons résultats. Dans presque tous les bureaux américains existe le système d'abonnement à forfait qui a des avantages au point de vue mécanique. Le nombre des appels de transit et des appels aux heures encombrées était diminué. En Amérique, il était établi que 33 lignes interurbaines suffisaient pour chaque millier d'appels aux heures encombrées au lieu de 46 à 55. Ne vaudrait-il pas mieux revenir à un système d'abonnement forfaitaire modifié plus comparable au système d'abonnement à l'eau qu'à celui à l'électricité ? Avec le numéro d'appel à cinq chiffres plus un chiffre ou une lettre comme code, il pourrait y avoir, dans le cas des bureaux annexes, des numéros d'appel à 6, 7, 8 ou 9 chiffres. Il faudrait d'abord appeler le bureau puis appeler 1, 2 ou 3 numéros pour obtenir l'abonné d'un bureau privé. Il était préférable d'employer des lettres comme aux États-Unis.

Conduite des affaires par téléphone (*Telephony*, novembre 1918). — La *United Shoe Machinery Corporation* a envoyé à ses nombreux employés une série de dix bulletins concernant le service téléphonique : ces bulletins donnent une foule de renseignements sur le téléphone et la manière de s'en servir.

Si toute personne employant le téléphone pouvait lire ces bulletins et se rappeler les leçons qu'ils contiennent, le service en serait certainement amélioré, car le demandeur et le demandé contribuent largement à permettre à un service téléphonique d'être prompt et courtois. Voici le contenu de quelques-uns de ces bulletins :

La voix humaine.

Quand vous vous trouvez face à face avec une personne, elle vous juge d'après votre tenue, votre langage, vos manières. Quand vous parlez au téléphone, le ton de votre voix seul révèle votre nature, votre caractère, votre capacité, la force et le caractère de la compagnie pour qui vous travaillez. On dit que les aveugles sont les meilleurs juges de la nature humaine et en fait, il est rarement nécessaire de revenir sur les impressions produites par téléphone.

Une voix bien modulée est certainement un don réel. Mais toute voix, aussi discordante soit-elle, est comme une terre aride recouverte de lait et de miel, lorsque son propriétaire s'exprime franchement et d'un ton gai, qu'il parle d'une façon régulière et montre qu'il concentre son attention tout entière sur les affaires qu'il traite. La qualité de la voix seule ne signifie rien : son intonation, au contraire, dépeint le caractère de la personne qui parle.

Quand un homme entre dans votre bureau, est-ce que vous allez nonchalamment au-devant de lui, est-ce que vous lui tendez mollement la main en attendant qu'il dise : « Je suis M. Black de la Black-Jones Co. » Naturellement non ! Dès que vous l'apercevez, vous engagez la conversation. — « Comment allez-vous M. Black ? Je suis content de vous voir, entrez, asseyez-vous », etc., et vous lui donnez une ferme poignée de mains. Vous avez ainsi préparé le terrain pour les négociations commerciales.

Employez la même méthode au téléphone.

Dès que vous entendez la sonnerie, décrochez promptement le récepteur et répondez avec une « poignée de main » dans votre voix — une forte et vibrante poignée de mains. Employez une intonation élevée, montrez à M. Black que ce qu'il dit vous intéresse, même s'il a besoin de parler à quelqu'un d'autre ; parlez haut : ne murmurez pas entre vos dents. Ar-ti-cu-lez dis-tinc-te-ment.

S'il vous faut une maxime, la voici : Soyez réellement intéressé aux affaires de celui qui vous parle : acquérez un esprit accommodant — et mettez en pratique la règle dorée.

Faites tout ceci et un jour vous constaterez que votre voix vous fait gagner de l'argent.

Courtoisie.

La courtoisie au téléphone commence dès que la sonnerie retentit. Identifiez-vous immédiatement et quel que soit le message, recevez-le d'une façon polie. Évitez les réponses brusques. Si vous n'êtes pas la personne que l'on demande, allez-la chercher rapidement ou indiquez poliment où elle se trouve.

Si, lorsque vous demandez une communication, vous obtenez un faux numéro, rappelez-vous que l'erreur n'est pas imputable à la personne qui répond.

Un « merci » fait souvent oublier la fatigue. Ce que vous dites peut facilement être gâté par la manière dont vous le dites.

Quand vous avez fait un appel pour demander une personne, soyez prêts à parler lorsqu'elle répond. Quand vous avez le téléphoniste au bout du fil, c'est un abus que de lui demander d'attendre 1, 2 ou 5 minutes.

Ne cognez pas le récepteur sur le crochet, cela peut produire un choc violent dans l'oreille de quelqu'un et en particulier des téléphonistes qui ont constamment leur récepteur à l'oreille.

Vous n'interrompez pas ordinairement un homme qui est en train d'additionner une colonne de chiffres, agissez de même avec celui qui parle au téléphone.

Si vous avez un appareil téléphonique sur votre bureau, acceptez-en la responsabilité en même temps que le privilège. Lorsque vous quittez votre bureau, demandez à quelqu'un d'avoir l'obligeance de répondre pour vous. Si vous partez en voyage, indiquez au téléphoniste où il doit renvoyer vos appels.

Lorsque votre voisin s'absente, chargez-vous de son poste téléphonique.

N'oubliez jamais les mots « merci » et « s'il vous plaît ». L'intonation de votre voix au téléphone peut vous procurer un ami ou vous en faire perdre un.

Divers.

1. — Une réponse par lettre aujourd'hui peut épargner une communication interurbaine demain

2. — Ne téléphonez pas tard dans l'après-midi pour un renseignement, qui ne peut être fourni que le lendemain matin. Écrivez pour demander ce renseignement et priez qu'on vous le téléphone.

3. — Si en retournant à votre bureau, vous trouvez une note disant d'appeler quelqu'un, faites-le promptement.

4. — Évitez d'appeler la même personne 3 ou 4 fois dans la même journée, réunissez toutes vos différentes affaires et traitez-les dans une seule communication.

5. — Ne conservez pas les lignes pendant tout le temps nécessaire pour rechercher un renseignement. Faites un second appel.

6. — Quand vous répondez au téléphone et que quelqu'un demande Théodore Reynolds, ne dites pas : « M. Reynolds est parti déjeuner », dites : « M. Reynolds n'est pas là en ce moment, puis-je faire quelque chose pour vous ? » Si M. Reynolds est en voyage, faites la même réponse et indiquez aussi la date à laquelle il compte être de retour.

7. — Quand vous répondez si vous vous apercevez que le demandeur n'a pas été relié au service qu'il lui faut, exprimez-lui votre regret pour l'erreur, appelez votre téléphoniste et demandez-lui de passer le service convenable.

8. — Si, dans un appel interurbain, vous avez une mauvaise

Ann. des P., T. et T., 1919-III (8^e année).

35

communication, faites intervenir votre téléphoniste et demandez une bonne ligne.

9. — En cas de coupure le demandé doit raccrocher et attendre que le demandeur fasse rétablir la communication car, si les deux correspondants essayent en même temps de faire rétablir, cela est impossible, les deux lignes marquant toujours « pas libre ».

10. — Si le fait se reproduit, envoyez immédiatement une réclamation à la surveillante du multiple.

11. — Si votre bureau est déplacé et votre appareil téléphonique changé, avisez tout de suite la surveillante.

12. — A la fin de la conversation dites « Au revoir », ceci établit nettement que vous avez terminé.

Récemment un homme raccrochait son récepteur et disait à un ami qui était près de lui : « Je n'ai jamais vu ce jeune homme, mais la façon dont il s'exprime au téléphone dépeint toute l'organisation de cette maison. On répond toujours à toutes les questions d'une façon polie et courtoise. On ne vous fait jamais attendre inutilement. Tous semblent prendre un intérêt personnel à ce que vous avez à dire et vous pouvez être certain que vos demandes faites par téléphone seront l'objet de la plus soignée attention. »

Si plus tard notre corporation inspire les mêmes paroles, ces lettres auront atteint le but qu'on leur destinait.

Le développement de la télégraphie sans fil en Allemagne pendant la guerre (*E. T. Z.*, mars 1919). — Pendant la guerre, la technique de la télégraphie sans fil a eu, en Allemagne, d'importants progrès à son actif. Dans la tranchée, sur l'avion, sur le sous-marin, bref partout on réclamait la « sans fil », et ainsi se posèrent une infinité de problèmes nouveaux. Les progrès techniques sont en grande partie l'œuvre de la société Telefunken, et les tubes à vide mis en service par cette société ont même amené une révolution complète dans la transmission et la réception.

1^o *Grandes stations.*

La guerre débuta par un grand succès pour la télégraphie sans fil. La station de Nauen avait la tâche, conjointement avec les autres

stations Telefunken de Kamina (Togo), Windhuk (Sud-Ouest africain) et Sayville (Amérique), achevées peu de temps avant le 1^{er} août 1914, d'instruire du danger notre flotte de commerce et de la conduire dans des ports sûrs. Par le fonctionnement magnifique de cette vaste organisation embrassant tous nos vaisseaux, un tonnage de plusieurs millions de tonnes fut alors sauvé, du moins pour quelque temps.

Au cours du premier mois de guerre, on constata que les nouvelles stations coloniales, malgré les conditions si défavorables de la région tropicale, répondaient pleinement à ce qu'on avait attendu d'elles. Pendant plus de six heures par jour, principalement le matin, le trafic pouvait être assuré dans les deux sens. A Nauen, c'est entre six et onze heures du matin qu'on recevait le mieux ; la longueur d'onde optimum était de 5500 mètres. La nuit, les courtes longueurs d'onde donnaient des sons notablement plus forts, mais la plupart du temps on ne pouvait les distinguer des parasites atmosphériques, surtout de ceux de Togo. Les postes transmetteurs transmettaient alors encore, à chaque station, en étincelles musicales et avec une énergie radiante dans l'antenne égale à 100 kilowatts. Cette énergie, relativement faible, fut encore suffisante, après l'occupation de Togo, pour échanger de temps en temps des nouvelles directement avec Windhuk (8000 kilomètres).

Au cours de la guerre, on se rendit compte de plus en plus que les conditions principales auxquelles doivent répondre les grandes stations sont les suivantes : sûreté absolue du trafic et possibilité de travailler pendant vingt-quatre heures par jour. Déjà dès le début de la guerre, on recueillit, dans cet ordre d'idées, une riche documentation fournie par la lutte entre la machine Goldschmidt d'Eilvese et la machine de Nauen basée sur le principe de la transformation des fréquences, lutte suivie avec intérêt par les spécialistes. Les deux stations avaient la tâche d'assurer la liaison de l'Allemagne avec le monde extérieur, en particulier avec l'Amérique. Tandis que la machine Goldschmidt avait des défaillances très fréquentes, puis finalement de longue durée, la capacité de travail de la machine de Nauen se montrait de tout premier ordre. Pendant des semaines et des mois, elle eut à assurer, sans interruptions, un service de près

de vingt-quatre heures par jour ! C'est ainsi que, pendant presque toute la guerre, fut assuré le trafic (cependant qu'on élevait à 400 kilowatts l'énergie émise par le poste transmetteur) avec une sûreté qu'on ne peut ailleurs trouver que dans les grandes usines électriques.

Avec une énergie radiante de 400 kilowatts dans l'antenne, la limite n'est pourtant pas atteinte. La marche en parallèle de deux machines donna la possibilité d'élever cette énergie à 800 kilowatts. La manipulation se fait comme dans un poste à émission musicale. Les relais de transmission sont montés sur l'un des premiers étages de multiplication, et shuntés par une résistance. Les relais sont perfectionnés de telle façon qu'il est possible de transmettre 50 à 80 mots à la minute. Par la superposition d'une audiofréquence à l'un des étages de multiplication, il est maintenant possible, avec ces machines, d'obtenir une transmission chantante. On y peut arriver par un deuxième procédé, qui consiste à faire produire deux fréquences à la même installation et à les faire interférer. La grande station de Pola est installée de telle manière qu'elle peut transmettre par l'un et l'autre procédé.

Les fluctuations du nombre de tours — à la réception, elles causent des fluctuations gênantes du son interférentiel — sont éliminées par une habile combinaison d'une résistance inductive variable et d'un régulateur centrifuge très sensible. Par suite du perfectionnement constant des dispositifs de réception, on fut gêné par les harmoniques nuisibles de la machine à haute fréquence. Leur énergie n'atteint pas $1/1000$ % de celle de l'oscillation fondamentale ; on parvint néanmoins à en mesurer l'amplitude. Par des circuits de dérivation et de réactance appropriés (circuits filtres), les troubles de cette nature purent être complètement éliminés.

La station de Nauen est aujourd'hui installée de telle façon qu'on travaille simultanément avec deux transmetteurs sur deux antennes séparées. Si les longueurs d'onde des deux transmetteurs sont très voisines, les antennes reçoivent un transformateur compensateur.

Vers la fin de la guerre, la machine Goldschmidt semble, elle aussi, grâce à des perfectionnements durables, être devenue notablement plus sûre ; néanmoins aucune occasion ne s'est encore présentée

d'éprouver en exploitation les nouveaux dispositifs. La puissance de la machine fut portée à 800 kilowatts. Pour de si fortes puissances, on avait reconnu nécessaire, pour diminuer la tension entre les conducteurs d'enroulement et la masse, de subdiviser les induits et les enroulements fixes, et de prévoir pour chaque partie un moyen spécial de syntonisation. La manipulation est souvent effectuée de telle sorte que le noyau d'une bobine d'inductance, placée dans un circuit accordé, est plus ou moins saturé par du courant continu.

Pour la réception dans les grandes stations, on n'envisage plus que l'équipement avec audion et couplage entre les circuits d'entrée et de sortie. En ce qui concerne les parasites, on a constaté que l'amplificateur à haute fréquence est supérieur à l'amplificateur à basse fréquence. Pour réduire les parasites les plus forts, on dispose un tube limitateur (1) dans l'amplificateur. Pour le service en duplex, on employa une antenne en V, symétrique à l'antenne d'émission, à une distance de 30 à 100 kilomètres. Pour recevoir de Java et d'Amérique, on s'éloigna de 200 kilomètres de Nauen, à cause de la position défavorable de la station réceptrice par rapport aux autres grandes stations (Königswusterhausen). Dans ces derniers temps, on a mis fréquemment en service des antennes en forme de cadre avec des amplificateurs à haute fréquence. Elles présentent de grands avantages, en particulier contre les parasites orageux. Les résultats les plus importants, en ce qui concerne les distances franchies, furent : réception assez régulière de Nauen à Java (11.000 Km.), réception intermittente à Honolulu et à la Nouvelle-Zélande (18.000 Km.).

La station d'Amérique (Sayville) n'était, au début de la guerre, qu'une petite station. Mais on réussit à faire parvenir là-bas un multiplicateur de fréquence, et à porter à 150 mètres la hauteur de l'antenne. C'est ainsi que la durée quotidienne du service avec l'Amérique put être étendue jusqu'à près de vingt-quatre heures.

Pour satisfaire aux exigences nouvelles, la station de Nauen a été achevée sur un plan très vaste. L'antenne a été surélevée par une deuxième tour de 260 mètres ; elle a été ainsi presque doublée. Un

(1) Utilisant le phénomène de saturation.

bâtiment monumental, renfermant les postes transmetteur et récepteur, est en voie d'achèvement.

2° Stations à étincelles musicales.

Les stations de l'armée et de la marine du système Telefunken à étincelles musicales avaient déjà atteint, au début de la guerre, une grande perfection. Aussi ont-elles répondu tout à fait à ce qu'on en attendait, et il ne leur fallut qu'être mises au point pour de nouveaux buts spéciaux. Il faut noter la création d'un poste transmetteur de 15 kilowatts pour navires de guerre à antennes relativement petites, celle d'une station de 6 kilowatts installée dans un grand wagon de chemin de fer, et celle d'un grand poste transmetteur pour aéronefs donnant des ondes de 50 mètres. Les stations mobiles de l'armée furent, suivant un modèle de la marine, équipées non pas avec des transmetteurs installés à demeure, mais avec des appareils pouvant être enlevés de la voiture, ce qui permit d'utiliser les mêmes stations dans les abris. Il faut citer aussi un procédé de transmission double utilisant deux transmetteurs qui débitent dans la même antenne, celle-ci, par couplage avec un circuit syntonisé, étant accordée à la fois pour deux longueurs d'ondes. La transmission double a ici pour but d'obtenir à la réception, avant l'interférence des deux longueurs d'ondes, une plus grande sélection. Dans presque toutes les stations à étincelles musicales, de nouveaux variomètres à bobines plates noyées dans la matière isolante furent employés avec succès.

Comme toute notre technique de guerre ne s'était préparée qu'à la guerre de mouvement, il n'existait rien, au début, pour le service des tranchées. Les conditions de ce service, à savoir : communication entre postes distants d'au moins 3 kilomètres, antenne invisible, et poids réduit, ne pouvaient être remplies par les moyens employés jusqu'alors. On ne résolut le problème que lorsqu'on se fut décidé à adopter, à la réception, l'amplificateur à vide ; lorsque tous les empêchements qui s'opposaient à son introduction furent surmontés, et que l'emploi des tubes et même des accumulateurs dans les tranchées ne fut plus un obstacle, les relations par T. S. F. se développèrent sur tout le front. Ce n'est que par l'emploi de ces ampli-

ificateurs qu'il fut possible de travailler avec de faibles énergies (poids réduit) et des antennes basses presque sans radiations ; car l'énergie du transmetteur put alors être réduite proportionnellement à l'amplification à l'arrivée, et, comme un simple tube à vide amplifie environ huit fois et que trois tubes en série amplifient plus de 2.000 fois, une dépense d'énergie de 50 à 100 watts fut alors suffisante pour satisfaire aux conditions dont nous avons parlé plus haut.

Déjà longtemps avant la guerre (milieu de 1913), la société Telefunken avait cessé de s'occuper des anciens tubes cathodiques à atmosphère gazeuse, qu'elle avait transformés en amplificateurs à vide extrême. Environ deux mois avant la guerre, les premiers amplificateurs fonctionnant convenablement furent mis en service. Étant donné son importance, la technique des amplificateurs fut très rapidement mise sur pied, aux points de vue de la théorie et de la pratique. D'un volume de 8 décimètres cubes qu'avait au début le tube de pouvoir amplificateur égal à 2, on finit par descendre à un volume de 1^{me}, 6 pour les tubes ayant des pouvoirs amplificateurs de 3 et de 4 ; d'autre part, on parvint à réduire de 100 à 12 volts la tension de la plaque ; et même une seule batterie de 6 volts suffit aujourd'hui pour le chauffage et la tension de la plaque. De même l'énergie nécessaire au chauffage du filament descendit de 1W,6 à 0W,4. On chercha alors à construire des amplificateurs sans chauffage (Kossel, Marx). On eut une peine infinie à obtenir en très peu de temps, pour le degré de vide, le diamètre des filaments, et les dimensions des grilles, l'uniformité qui était indispensable pour que les amplificateurs pussent être mis en usage dans toute l'armée et fussent d'un emploi facile : tout réglage ultérieur du chauffage devait être exclu ; chaque tube devait pouvoir, dans chaque appareil, être remplacé sans réglage par un autre ; et il était nécessaire que, lorsque les accumulateurs venaient à baisser, l'amplification ne fût pas modifiée. Ce n'est qu'en fabriquant les divers organes au moyen de machines de haute précision, que l'on parvint à la perfection désirée.

Tout d'abord, les amplificateurs furent proposés pour écouter les conversations téléphoniques de l'ennemi. Pour le service des tran-

chées, on adopta l'ancienne télégraphie par le sol, avec environ 100 mètres de base. Un petit trembleur, actionné par des accumulateurs, alimentait, à travers un transformateur, le fil mis à la terre à ses deux extrémités. Ensuite, on travailla presque uniquement avec l'interrupteur pendulaire (son 600) des Ateliers téléphoniques allemands (12 volts, 6 ampères). Les postes de télégraphie par le sol présentaient les sérieux inconvénients suivants : leur rayon d'action variait énormément avec la constitution du sol, leur service était parfois complètement interrompu, et elles troublaient fortement les conversations sur les lignes téléphoniques. Pour ces raisons, on cessa de les utiliser, sauf en cas de nécessité absolue, et elles furent presque complètement supplantées, pour la télégraphie, par les petites stations à étincelles de 100 à 200 watts, avec une longueur d'ondes de 300 à 800 mètres. L'excitation se faisait par choc, avec ondes parfaitement amorties ; comme capacité, on employa d'abord des condensateurs à mica, puis des condensateurs à plaques de verre fabriqués exprès, presque sans pertes, et pouvant par conséquent être fortement chargés. L'accord de l'antenne se faisait par un vario-mètre. Un petit trembleur, ou plus souvent l'interrupteur pendulaire des Ateliers téléphoniques allemands, donnait un courant interrompu. Bien que l'interrupteur pendulaire fût d'un fonctionnement assez sûr, on employa, par la suite, de petites machines à 500 périodes, actionnées à la main ou par une pédale ou encore par une dynamo. Comme antennes, on posa sur le sol, dans les tranchées avancées, des câbles de 20 à 30 mètres de long ; à l'arrière (batteries d'artillerie), on se servit aussi d'antennes en V de 1 à 3 mètres de haut. Par intercalation d'un petit condensateur de raccourcissement, on put donner à l'amortissement des antennes une valeur assez admissible. On peut juger de l'importance que prirent ces stations de tranchée dans la guerre de positions, par ce fait que, sur un front de 40 kilomètres, on installa souvent de 150 à 250 stations. La « télégraphie par étincelles » assurait ainsi les communications dans les meilleures conditions possibles.

Une organisation analogue devait être créée pour l'aviation. Au début, nos aviateurs se montrèrent très hostiles à la T. S. F. Lorsque les Anglais installèrent, par la suite, de nombreuses stations d'avia-

tion pour l'observation de l'artillerie, on chercha d'abord à gêner la T.S.F. de l'ennemi. En même temps, on créa de petits postes transmetteurs pour avions. Une petite hélice, à l'avant de l'avion, actionnait une dynamo à 500 périodes (puissance : 250 watts pour 450 tours à la minute ; poids : 9 kilos). La dynamo fournissait en même temps du courant continu pour le chauffage de la mitrailleuse et de l'équipage. Sur des avions plus récents, la dynamo fut accouplée avec le moteur. Le poste transmetteur disposait de trois longueurs d'ondes : 150, 200 et 250 mètres, et même éventuellement 300 et 350 mètres. On choisit des longueurs d'ondes aussi petites pour éviter d'être troublé par les stations de tranchées. Dans l'antenne, était un variomètre de syntonisation. L'antenne était un fil de 35 mètres de long pendant sous l'avion et lesté par un poids de 500 grammes. Le poids du transmetteur seul était de 5 kilos. Il fut particulièrement difficile de trouver une commutation simple pour diverses longueurs d'ondes, pour diverses énergies sans correction de l'excitation, et d'obtenir un son toujours pur malgré de grandes fluctuations du nombre de tours. On résolut le problème en partie par une construction ingénieuse et en partie par une étude approfondie du régime sonore de la machine. Les avions que l'on construisit ensuite furent munis de récepteurs et d'amplificateurs ; ils purent correspondre à plus de 150 kilomètres, avec leur base et entre eux. Les avions de grand combat et les avions géants portaient des stations notablement plus puissantes (1 kilowatt) et des antennes plus longues (60 à 100 mètres). Nos aéronefs reçurent aussi des stations de T.S.F. Pour correspondre entre l'Angleterre et la côte allemande, une énergie d'un kilowatt était suffisante. Les transmetteurs avaient, conformément aux règlements de la marine, une échelle d'ondes continue ; ils étaient enfermés dans une boîte métallique, et, pour éviter l'accumulation de gaz inflammables, ils étaient constamment dans un courant d'air. Un tel poste transmetteur avait déjà un poids considérable (250 kilos).

Peu de temps avant la fin de la guerre, on commença à introduire le système à ondes entretenues (système Telefunken).

3° *Transmetteurs à arc.*

Après avoir, pendant longtemps, construit des transmetteurs à arc dont l'énergie ne dépassait pas 5 ou 10 kilowatts, on installa, à la grande station de Königswusterhausen, un transmetteur donnant 50 kilowatts. Le rendement et la puissance des grands transmetteurs furent notablement augmentés par le fait qu'on shunta l'arc par un condensateur ayant à peu près la même capacité que l'antenne. Les transmetteurs du système Vielton disparurent de nouveau de la pratique.

4° *Postes transmetteurs à tubes à vide.*

Par suite du nombre de plus en plus grand des stations à étincelles sur terre et dans l'air, il arrivait fréquemment que les transmissions se gênaient mutuellement, à tel point que la T. S. F. par étincelles devenait souvent impossible. Les tubes à vide, employés comme transmetteurs d'ondes entretenues, furent, avec leur réception interférencielle sélective idéale, l'unique ressource ; aussi la technique de la T. S. F. s'en tint-elle aux postes à lampes. Tout le travail d'invention et de construction était alors entre les mains de la Telefunken. Le plus rapidement possible, on construisit des tubes à vide pour tous les types de stations existants, depuis le plus petit poste transmetteur des tranchées, jusqu'au poste transmetteur d'un kilowatt des sous-marins, même jusqu'au poste transmetteur de 10 kilowatts des grandes stations. Malheureusement, l'introduction de ces postes à lampes s'est faite si lentement, qu'au moment de la conclusion de l'armistice ils n'étaient pas encore parvenus au front en nombre appréciable. Pour de plus amples détails sur le perfectionnement des transmetteurs à vide, voy. *E. T. Z.*, 1919, p. 65 et 78.

Dans ces derniers temps, les transmetteurs furent souvent modifiés pour les besoins de la téléphonie, les courants téléphoniques parcourant en général le circuit de grille ; c'est-à-dire que, outre le courant de haute fréquence, le courant de conversation à basse fréquence agit en même temps sur la grille. Les transmetteurs puissants fonctionnent avec amplification préalable de la parole. Par ce moyen se trouve

aujourd'hui résolue, de la manière la plus simple, la question du microphone amplificateur ; il a permis aussi de réaliser avec simplicité de petites stations de téléphonie avec dispositifs de duplexage, et de passer avec facilité de la transmission à la réception à l'aide d'un bouton commutateur, ou, sans commutation, par l'emploi de deux antennes distinctes. De même en téléphonie par fils des recherches furent entreprises dans le but d'améliorer la conduction aux points de coupure et de raccordement, et pour permettre deux conversations sur la même ligne. La difficulté de construire des transmetteurs spéciaux donnant de courtes longueurs d'ondes (jusqu'à 2 mètres), fut résolue également. Le perfectionnement de tous ces transmetteurs fut basé sur l'étude expérimentale et théorique approfondie des tubes à vide transmetteurs et de leur adaptation aux lignes.

5° Postes transmetteurs à ondes dirigées.

Deux grandes stations, pour la transmission d'ondes dirigées d'après le principe du compas Telefunken, furent construites sur les indications spéciales de la marine et installées près de la mer du Nord. Elles rendirent de grands services à nos aéronefs pour s'orienter au-dessus de l'Angleterre. Le dispositif Bellini-Tosi, avec seulement deux antennes verticales, conduisit, par l'emploi d'un circuit intermédiaire entre le circuit excitateur et l'antenne et d'un transformateur de compensation, à la suppression de l'accouplement direct entre les deux antennes et rendit possible l'emploi d'étincelles chantantes.

6° Bobines à haute fréquence.

Pour les transmetteurs d'ondes entretenues, on créa un nouveau type de bobine à amortissement réduit et à meilleure utilisation de l'espace ($1/5$ de l'espace occupé par la bobine cylindrique à une seule couche, avec à peu près le même amortissement), de telle sorte que l'espace dont on disposait fut complètement utilisé par des enroulements à plusieurs couches, et que, par contre, la distance des enroulements fut augmentée jusqu'à un multiple du diamètre du fil. Pour la transmission et la réception, lorsqu'il s'agit d'obtenir des champs

de dispersion aussi faibles que possible, on se servit de bobines toroïdales.

7° Récepteurs.

Il fut très difficile de parvenir, malgré des nécessités électriques impérieuses, à adapter la construction à un personnel ayant une instruction insuffisante et presque sans aucunes connaissances techniques. En outre, il fallut, sur toute la ligne, à cause de l'accumulation d'innombrables stations dans un espace restreint, en venir à des récepteurs à circuit filtreur intermédiaire. Les nouveaux postes récepteurs à audion et à circuits d'entrée et de sortie couplés, avec commutation simple du primaire au secondaire et couplage extrêmement lâche, exigeaient une habileté toute spéciale. Les difficultés ne purent être résolues que par une étude théorique complète de l'audion et du couplage des circuits. L'introduction de méthodes spéciales, en particulier pour la mesure du vide des tubes, fut nécessaire. La société Telefunken apporta des perfectionnements fondamentaux à l'amplificateur à haute fréquence, en particulier au modèle apériodique à quatre étages. Grâce à lui, on entend les stations les plus faibles, qui ne sont plus perceptibles avec un détecteur. Il en résulta qu'une amplification par quatre ou cinq tubes permit de recevoir avec une antenne extrêmement petite. Par intercalation d'un ou de plusieurs circuits syntonisés entre deux tubes, l'emploi de l'amplificateur à haute fréquence fut étendu aux ondes les plus courtes. En le reliant à l'organe de couplage et en effectuant un réglage spécial, on obtint, à la réception d'étincelles musicales (ondes courtes), un son soutenu et une amplification sélective particulièrement élevée.

Mentionnons trois nouveaux procédés de réception pour oscillations entretenues :

Le « Töner ».— Contact actionné par un petit transmetteur à vide (500 à 3.000 périodes) qui, comme la roue de Goldschmidt, alimente le téléphone à des moments bien déterminés du mouvement oscillatoire, mais ici 1.000 à 6.000 fois par seconde seulement, et cela de telle manière que des sons interférenciels prennent naissance. Sa sensibilité est voisine de celle de la réception décrite ci-dessus.

La machine chantante. — Le son interférenciel est produit par transformation d'une partie de l'énergie, par une machine tournante, à la fréquence de 500 ou 1.000 périodes, par exemple. Cette fréquence interfère avec la fréquence primitive.

Action d'une audio-fréquence, par exemple d'un vibreur, sur la grille d'un tube amplificateur du poste récepteur. Après séparation, dans le circuit de plaque, de la haute et de la basse fréquence, les oscillations entretenues sont entendues sous forme de son.

8° Postes récepteurs dirigés.

Tandis qu'on était presque porté, au début de la guerre, à effectuer toutes les déterminations de directions et de lieux, pour navires, aéronefs et avions, au moyen de transmetteurs d'ondes dirigées et de récepteurs ordinaires, le récepteur pour ondes dirigées apparut de plus en plus, au cours de l'année, comme particulièrement désigné pour ces opérations. Pour repérer un lieu, un aéronef, par exemple, donne sa position à l'aide d'un transmetteur d'ondes non dirigées, et se la fait donner par deux stations munies de récepteurs goniométriques. Ce fut un grand succès pour ce procédé que la conduite de zeppelins jusqu'au-dessus du camp retranché de Paris, la nuit, et par temps complètement couvert. Tout d'abord, le goniomètre Marconi (d'après Bellini-Tosi), avec deux paires d'antennes et accouplement lâche du détecteur, a été très répandu. Pour de grandes longueurs d'ondes, la construction suivante conduisit à une simplification de l'installation : les bobines d'inductance intercalées dans l'antenne sont superposées dans l'espace ; les bobines d'accouplement du détecteur sont au contraire distinctes, de sorte que chaque antenne agit sur une bobine spéciale. Mais les deux bobines sont en série. Par la suite, les stations à réception dirigée furent notablement simplifiées par l'introduction des amplificateurs à quatre étages en liaison avec une antenne en forme de cadre d'environ un mètre carré de surface d'enroulement. La sensibilité et l'action directrice de ce dispositif d'une extrême simplicité et installable en chambre le rendent supérieur aux anciennes installations dirigées. Pour la goniométrie d'après les émissions de deux transmetteurs, on créa un appareil consistant en

deux cadres associés à un compas magnétique (Ortsfinder). En Autriche, on essaya d'introduire le « Flimmerkreuzpeiler », dispositif avec lequel la direction est déterminée non pas pour l'annulation des signaux au moment du minimum, mais par leur égalité de part et d'autre de ce minimum.

9° Relais.

C'est par l'utilisation de l'une des deux asymétries de la caractéristique des tubes amplificateurs que l'on résolut le problème des relais. En agissant sur le potentiel, positif ou négatif, de la grille au moyen des courants à amplifier, on peut recueillir, dans le circuit de plaque de fortes variations du courant continu parcourant ce circuit, lesquelles variations actionnent un relais. Cela permit l'emploi pratique du récepteur Morse, du télétypographe, et d'un appareil pour l'allumage de mines, ainsi que de dispositifs pour téléphotographie. Pour avoir le moins de dérangements possible, on disposa souvent, derrière les tubes à vide du relais, des instruments à résonance fonctionnant sous l'action d'impulsions rythmiques de courant (transmetteur métronomique). Le bateau *Siemens*, gouverné à distance par un avion, fonctionnait également avec le dispositif de relais Telefunken. Pour les aviateurs, on réalisa un récepteur à signaux lumineux basé sur le principe du relais.

10° Antennes.

Tandis qu'avant la guerre, dans bien des milieux, beaucoup d'idées vagues étaient encore répandues sur les antennes, en particulier sur les antennes basses, les principes posés par la société Telefunken sur l'influence de la hauteur, de la forme, de la longueur de l'antenne, sur celle du contrepoids électrique et de la terre sont maintenant universellement admis : la puissance du poste transmetteur est proportionnelle au carré de la hauteur moyenne de l'antenne et presque indépendante de sa longueur et de sa forme ; la puissance du poste récepteur est proportionnelle au carré de la hauteur et en outre proportionnelle à la longueur et à la surface. Les connaissances acquises furent encore approfondies par de nouvelles recherches

théoriques et expérimentales, en particulier sur les pertes à la terre, l'ombre électrique des antennes, l'importance des antennes en forme de cadres pour la transmission et la réception. Par des mesures absolues des radiations, on prouva que la radiation d'une antenne concorde avec la valeur théorique. Aussi se dispense-t-on aujourd'hui, dans la pratique, de faire des mesures de radiations, et l'on peut toujours prendre, pour la résistance de rayonnement, la valeur calculée pour la capacité moyenne. Le résultat suivant est particulièrement important : lorsqu'on augmente la surface de l'antenne, la résistance de l'antenne diminue pour les grandes longueurs d'ondes, par suite de la diminution de la concentration des courants dans l'antenne. Par conséquent il faut souvent attribuer à une trop faible capacité de l'antenne l'augmentation de la résistance de l'antenne lorsque la longueur d'onde augmente. Goldschmidt diminua ses pertes d'énergie à la prise de terre, à Eilvese, en répartissant également, sur une grande surface, des prises de terre étoilées constituées par des fils relativement courts. On peut ainsi abaisser la résistance de la prise de terre jusqu'à 1 à 2 ohms.

La Compagnie radiotélégraphique de Berlin a organisé, il y a quelques mois, une exposition ayant pour but de mettre le grand public et la presse au courant des progrès réalisés durant la guerre.

INFORMATIONS ET VARIÉTÉS

École supérieure des Postes et Télégraphes. Quelques questions d'examen. — 1° *Avec quelle vitesse faut-il faire décroître le rayon a d'une sphère mise à la terre par une résistance r pour que son potentiel v reste constant ?*

Soient q sa charge, k le pouvoir inducteur électrique du milieu. On a :

$$q = ka \cdot v.$$

Donc le courant de décharge :

$$i = - \frac{dq}{dt}$$

est égal à :

$$- k \frac{da}{dt} v, \quad \text{puisque } v \text{ est constant}$$

ou, d'après la loi d'ohm, à $\frac{v}{r}$; d'où, par comparaison :

$$\frac{da}{dt} = - \frac{1}{kr}.$$

Conséquences :

Si le milieu est de l'air et que l'on adopte le système électrostatique d'unités, on a :

$$k = 1.$$

Donc r a pour dimension l'inverse d'une vitesse.

Si le milieu est de l'air encore, mais qu'on adopte le système électromagnétique, on aura, en appelant c la vitesse de propagation des onduations électriques :

$$k = \frac{1}{c^2}$$

d'où :

$$\frac{da}{dt} = - \frac{c^2}{r}.$$

Donc r aura la dimension d'une vitesse.

2° Force portante d'un aimant.

Première méthode. — En électrostatique, on a dans le système électrostatique, pour tension à la surface d'un conducteur :

$$(A) \qquad 2 \pi \sigma^2$$

σ étant la densité superficielle. En magnétisme, on aura la même formule dans le système électromagnétique, car on aura pour la perméabilité $\mu = 1$, comme on avait précédemment $k = 1$ pour la constante diélectrique. Il est facile de donner une expression de σ . En électrostatique, si E était l'intensité du champ électrique au voisinage de la surface d'un conducteur, on avait :

$$\sigma = \frac{k E}{4 \pi} \qquad \text{ou} \qquad \text{pour } k = 1 \qquad \sigma = \frac{E}{4 \pi} .$$

Ici l'intensité du champ magnétique sera celle qui est prise dans l'intervalle entre les faces parallèles infiniment voisines de l'aimant et de son armature. L'intensité du champ magnétique pris dans ces conditions est ce qu'on appelle B ; comme on a $\mu = 1$, on a pour la densité magnétique :

$$(A') \qquad \sigma = \frac{B}{4 \pi}$$

et pour la tension, d'après la formule (A) :

$$p = \frac{B^2}{8 \pi}$$

Deuxième méthode. — Considérons l'intervalle compris entre les plans parallèles infiniment voisins de l'aimant et de l'armature. L'énergie par unité de volume a pour expression, H étant le champ observé :

$$\mu \frac{H^2}{8 \pi} .$$

Mais ici, on est dans l'air, donc :

$$\mu = 1$$

et on est entre faces parallèles, donc le champ H s'appelle alors induction magnétique et se désigne par B , donc l'énergie par unité de volume est :

$$\frac{B^2}{8 \pi} .$$

Dans un rapprochement virtuel dx , l'énergie diminue par unité de surface de :

$$\frac{B^2}{8\pi} dx$$

Le travail produit par l'attraction étant $p dx$ par unité de surface, on a :

$$p = \frac{B^2}{8\pi}.$$

Une troisième méthode s'appuyerait sur les formules de Maxwell relatives aux tensions et pressions des champs magnétiques.

Remarque. — La formule

$$(A') \quad \sigma = \frac{B}{4\pi}$$

suppose que le champ est nul à l'intérieur de l'aimant, de même que le champ électrique est nul à l'intérieur des conducteurs.

Au moment où l'armature est encore éloignée, les masses polaires de l'aimant produisent un champ H qui provoque dans le fer doux de l'armature une induction $B = \mu H$; mais quand l'armature a ses faces appliquées sur celles de l'aimant, ses masses polaires masquent celles de l'aimant, le champ résultant *total*, et non plus celui des masses polaires de l'aimant seul, devient nul et l'on a partout $H = 0$, bien qu'en chaque point il y ait une induction B importante qu'on pourrait observer dans une cavité en forme de disque convenablement orientée; l'ensemble forme alors un système que rien ne distingue d'un aimant permanent fermé sur lui-même. Dans un tel aimant on a $H = 0$; on peut le voir encore en suivant une ligne de flux d'induction qui est fermée sur elle-même, et à laquelle H , s'il n'était pas nul, serait tangent, dans le sens du parcours; l'intégrale de ligne de la force H est nulle, puisque cette ligne n'enveloppe aucun courant; d'où $H = 0$ en tous les points. On peut donc dans les aimants avoir B différent de zéro et H nul, la formule $B = \mu H$ ne s'applique qu'à l'aimantation induite. Mais si à l'intérieur de l'aimant on a $H = 0$, on se trouve dans les conditions, où la théorie des conducteurs électriques qui donne la formule (A') ci-dessus, doit pouvoir s'appliquer. Cette formule est donc justifiée.

3° *Définitions diverses du coefficient de self-induction d'un circuit.*

Réponse : On a trois définitions par la considération des grandeurs suivantes :

1° Énergie magnétique $W = \frac{1}{2} Li^2$.

2° Flux embrassé $\Phi = Li$.

3° Force e. m. de self-induction $e = - \frac{L di}{dt}$, le signe — indiquant que, conformément à la loi de Lenz, la f. e. m. tendra à produire un courant dans le sens opposé à i , si i croît ($\frac{di}{dt} > 0$).

4° Y a-t-il identité entre les deux définitions suivantes du vecteur courant : flux de la quantité d'électricité en mouvement, qui traverse normalement l'unité de surface.

ou bien, intégrale de ligne de la « force » magnétique le long du contour de cette surface, à un facteur constant près égal à $\frac{1}{4\pi}$?

Réponse : La première définition se rapporte au courant de convection ; la seconde comprend non seulement le courant de convection, mais encore le courant de déplacement.

Quelle définition donnera-t-on alors du courant de conduction et des courants de polarisation ? — Dans la théorie de Lorentz, ces courants sont dus au mouvement des électrons et rentrent dans le courant de convection, chacun suivant la théorie particulière relative à la constitution des conducteurs ou des diélectriques.

Réouverture du Musée des Postes et Télégraphes. —

Quelque temps avant la guerre, l'École supérieure des Postes et Télégraphes a entrepris le classement méthodique des collections de documents et d'appareils, légués par les générations précédentes, et concernant les trois branches de l'Administration : la Poste, le Télégraphe et le Téléphone ; ce travail, interrompu par les événements qui viennent de s'écouler, a été repris et est maintenant achevé : le Musée des Postes et Télégraphes va pouvoir rouvrir ses portes au personnel et au public.

Telles qu'elles sont groupées, ces collections permettront aux visiteurs de suivre l'évolution et le perfectionnement des différents moyens de transmission de la pensée. Des documents de grand intérêt y marquent les transformations successives du service postal ; en ce qui concerne le télégraphe et le téléphone, on y trouve, au grand complet, toute la série des systèmes qui se sont succédé, depuis le télégraphe de Chappe jusqu'aux merveilleux appareils modernes et à la radiocommunication, en passant par les appareils à aiguilles aimantées, français, cadrans, Morse, parleurs, automatiques, imprimeurs, autographiques, etc. ; tous les types les plus divers d'appareils accessoires, tels que paratonnerres, sonneries, commutateurs, relais, instruments de mesures, etc. ; une série complète des isolateurs, câbles souterrains et sous-marins employés, depuis l'origine, en France et à l'étranger, des maquettes (réduction au quart) de lignes aériennes, de lignes urbaines en galeries et en égouts, et de lignes en conduites multiples, etc.

C'est donc une véritable histoire documentaire qui est ainsi offerte aux visiteurs, et chacun, suivant ses goûts personnels ou sa disposition d'esprit, pourra y trouver un enseignement fructueux : les uns suivront pas à pas le développement de la science électrique et pourront ainsi mesurer la somme prodigieuse de travail fournie par nos devanciers en l'espace de moins d'un siècle ; d'autres, les chercheurs, viendront puiser des inspirations dans l'étude des mille solutions données à un même problème ; celles dont l'application fut le plus éphémère ne seront pas pour eux les moins intéressantes, car ils rechercheront les raisons qui les ont fait abandonner, et ils trouveront souvent que c'est uniquement parce qu'elles ne répondaient pas à un besoin de l'époque ou encore parce que l'état de la science, au moment où elles ont été conçues, ne permettait pas d'en tirer tout ce qu'elles étaient susceptibles de donner ; bon nombre d'entre elles, adaptées aux connaissances et aux besoins actuels, seraient peut-être fécondes, et le Musée, envisagé sous cet aspect, peut devenir un instrument de progrès.

Dans le but de faciliter l'un et l'autre de ces deux genres d'étude, un ouvrage, actuellement sur le point d'être livré à l'impression, donnera une description succincte de tous les appareils ou objets

exposés ; on y trouvera, en outre, une histoire, résumée mais complète, de la Poste, de l'électricité en général et, en particulier, de chaque catégorie de systèmes télégraphiques ou téléphoniques : on pourra ainsi attribuer à tel ou tel spécimen sa valeur exacte, qui dépend non seulement de ses qualités propres, mais encore et surtout de l'état des connaissances acquises au moment de sa conception. La publication de cet ouvrage sera annoncée en temps voulu.

Le Musée, situé rue de Grenelle, n° 107, sera ouvert aux visiteurs, à partir du 15 octobre, les mercredis et vendredis de chaque semaine, de 14 à 17 heures.

L'avenir de l'aviation postale, d'après les Allemands (1).

— On ne peut plus douter de la possibilité coûteuse, il est vrai, de transporter par la voie des airs le courrier postal ou des voyageurs, mais le problème de l'utilisation des avions ou des aéronefs pour des transports postaux *réguliers* n'est pas encore résolu. La Suède, la Norvège, le Danemark, la Finlande, l'Espagne et la Suisse se préoccupent de la question. Pendant la guerre, des essais assez satisfaisants de poste aérienne ont eu lieu entre Vienne et Lemberg, Vienne et Budapest, Riga et l'île d'Oesel, Brest-Litowsk et Kief.

Mais l'aviation reste toujours dépendante du vent et de la température. « Un temps d'aviateur » est devenu une expression courante. Or qu'advierait-il si l'on ne pouvait recevoir que par beau temps ses lettres et ses colis, à plus forte raison, ses invités ? En hiver, on ne peut fixer même le jour de l'arrivée d'un avion. Toute notre vie économique ne serait-elle pas atteinte si l'on ne pouvait rien calculer d'avance ni rien concerter ? L'homme d'affaires accorde plus d'importance à une exactitude constante qu'à des voyages de record.

Qu'on se remémore les premières années de l'auto. On s'en servait de temps à autre par curiosité, par désir de savoir, mais on ne

(1) Voir *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, n° 4. Année 1917, p. 638.

l'a définitivement adopté pour un usage permanent que lorsque les progrès de la technique ont rendu presque certaine l'arrivée sans panne à destination. Jusque là, quand on était pressé de prendre le train, on se faisait conduire à la gare en fiacre.

Peut-on dire que l'automobile aérien pourra réaliser le même degré de perfection que l'automobile sur route ? Le mot impossible n'existe pas en technique c'est certain, mais en raisonnant d'après les vraisemblances, il est permis de douter. Ainsi on n'a pu encore obtenir sur les vapeurs qui font le service du Rhin, la même vitesse pour ceux qui remontent le courant que pour ceux qui le descendent, à moins de retarder à dessein et contre toute économie la marche de ces derniers. Du moins le Rhin coule-t-il toujours dans le même sens, ce qui a permis d'établir des horaires ; or, sans horaires, point de service régulier. Si le Rhin modifiait, comme le vent, arbitrairement son cours, on ne pourrait concevoir un horaire de bateaux qu'en s'appuyant sur le cas le plus défavorable. Or, si nous appliquons ce principe à l'aviation, on ne voit plus quel avantage elle possède sur le chemin de fer ou sur l'automobile dans l'état actuel du progrès.

La rapidité extraordinaire de l'avion, la puissance des moteurs dont on se sert actuellement le font préférer au dirigeable pour le service postal. Cet avantage indéniable de l'avion sur le chemin de fer ou l'automobile se présente d'abord à l'esprit. On ne pense pas que le simple transport du courrier, quand il s'agit de courtes ou de moyennes distances, n'utilise pas la majeure partie du temps que nécessite l'expédition d'une lettre du moment où elle est jetée à la boîte jusqu'au moment où elle est remise au destinataire. Les tournées de distribution sont fixes et en nombre limité, et souvent la durée d'une tournée est plus longue que le temps nécessaire pour amener la lettre par voie ferrée du lieu de dépôt au lieu de destination. L'emploi de l'avion réduit environ du tiers le temps mis par le train à transporter le courrier, mais cet avantage devient en pratique illusoire, car il y aura souvent retard dans le transbordement des dépêches. Dans l'état ordinaire des installations postales, les bureaux d'échange sont ordinairement situés à proximité des gares et parfois une succursale se trouve dans la gare même. Aussi les

courriers parviennent dans le minimum de temps au lieu de leur distribution. Les aérodromes, au contraire, sont nécessairement assez éloignés des villes. On ne peut songer non plus à trier les lettres en avion : ce travail qui s'effectue en cours de route dans les wagons ambulants ne pourrait être exécuté qu'à la station d'atterrissage.

La plus grande rapidité de l'avion perd de son importance si l'on songe, qu'en règle générale, on ne l'utilisera que de jour. Or les heures de nuit sont particulièrement chargées dans le service postal. Dans tous les bureaux, les principaux envois sont ceux du soir et ils partent avec les trains de nuit. L'avion ne les emporterait que le lendemain de leur dépôt à la première heure, et la distribution ne s'en effectuerait que l'après-midi même dans des localités rapprochées. On se demande enfin si les départs par avion pourraient être aussi fréquents que les départs par chemin de fer.

Avec le chemin de fer, la Poste compte sur le départ et l'arrivée réguliers des trains : elle fixe à l'avance à une minute près les heures du transbordement, de la distribution, de l'expédition de ses courriers : elle utilise au mieux son personnel et son matériel roulant : le public compte sur le moment où une lettre parviendra à destination. Avec l'avion, un service ponctuel et uniforme n'est plus possible. Le brouillard, la tempête, la neige, l'orage, etc., seront de fréquentes causes de retard sinon d'interruption, car, en temps de paix, personne ne prendra la responsabilité d'ordonner un départ dans de mauvaises conditions et de hasarder ainsi la vie du pilote.

Beaucoup de personnes s'imaginent que les avions pourraient transporter les mêmes envois que ceux actuellement acheminés par les trains. Elles ignorent l'énorme quantité de dépêches que la Poste manipule et les difficultés qu'elle rencontre pour les charges dans les trains. Il faudrait des escadrilles nombreuses d'avions pour diriger les dépêches sur les ports d'embarquement.

Le trafic par la voie des airs sera assujéti à d'importantes restrictions même après les progrès que pourra faire la technique de l'aviation. L'emploi de l'avion ne sera effectivement pratique, concurremment avec le chemin de fer, que sur de grandes distances (plus de 600 km.) entre de grands centres d'échange et pour des

envois (lettres et paquets) dont le rapide acheminement est assez important pour qu'ils puissent supporter un tarif spécial élevé. Lorsque la distance est grande, on éprouve naturellement un plus grand besoin d'une transmission accélérée que sur de courtes distances. Dans ce dernier cas, en effet, le public peut espérer que, dans des conditions normales, son courrier parviendra le lendemain à destination. Les lignes seraient jalonnées par des stations et un service de navette fonctionnerait entre chaque groupe de deux stations. Des bureaux d'échange seraient installés aux frontières.

Un service postal aérien serait, en outre, avantageux dans les cas suivants :

1) Service transocéanique. Le dirigeable serait ici préférable à l'avion. L'un et l'autre gagneraient facilement les paquebots de vitesse. Cette idée est réalisable. Entre l'Europe et l'Amérique pourrait même fonctionner un transport aérien de voyageurs.

2) Service avec les ports d'embarquement pour les envois déposés après le départ du dernier train-poste. La correspondance avec le paquebot en partance pourrait ainsi être encore réalisée. Avant la guerre, la Poste allemande dirigeait sur Southampton via Verviers, des dépêches fermées après le départ des vapeurs allemands pour New-York afin de leur faire rattraper la correspondance.

3) Service aux colonies et dans toutes les régions du monde où il y a des besoins d'échange et qui sont dépourvues de relations par voie ferrée ou par voie navigable.

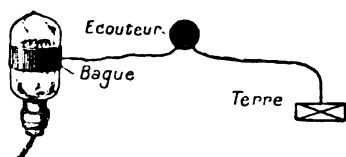
4) Service exceptionnel dans tous les cas où les communications postales ou télégraphiques sont interrompues pour quelque cause que ce soit (cataclysmes, neige, etc.).

La loi sur les communications aériennes (1) actuellement en pré-

(1) En attendant le vote de cette loi, une ordonnance du 26 novembre 1918, émanant du Conseil des commissaires du peuple, réglemente provisoirement l'aviation. Elle charge le ministre de l'Intérieur, assisté d'un Office de l'aviation, de prendre les dispositions utiles, confie le service de surveillance au Ministère de la Guerre et règle la liquidation des stocks de l'aviation militaire. Un arrêté, pris le 7 décembre par le Sous-Secrétariat d'État de l'Intérieur, a édicté diverses mesures d'ordre général relativement à la qualité des appareils, aux permis de naviguer, aux aérodromes, lieux d'ascension et d'atterrissage, aux voyages d'essai, aux transports de personnes ou de marchandises.

paration aura une grande influence sur l'évolution de l'aviation postale. Des conventions internationales devront être conclues relativement à l'organisation du service postal aérien, car c'est précisément le trafic sur de longues distances qui ouvre à l'aviation postale les plus belles perspectives d'avenir. L'avion ne permettra pas certes de se passer d'aucun des moyens d'expédition existants, mais il semble appelé à compléter dans un sens tout nouveau le réseau de nos relations postales. Grâce à lui, nous obtiendrons un service-express que ne peuvent donner ni le paquebot ni le chemin de fer. La technique de l'aéroplane se développera malgré tout, l'esprit sportif des générations modernes nous en est le sûr garant.

Pour mettre en évidence l'effet Edison. — M. le Commandant Bony indique un moyen simple de mettre en évidence l'effet Edison utilisé dans les amplificateurs : coller sur le verre d'une lampe à incandescence à filament métallique une bague de papier d'étain ; prendre un écouteur téléphonique et le relier d'une part à la bague d'étain, d'autre part à la terre (conduite d'eau, de gaz).



Dès que la lampe est allumée sur le courant alternatif, on entend dans l'écouteur le ronflement caractéristique des périodes.

Si la lampe est alimentée par du courant continu, il faut couper le contact de l'écouteur avec la bague pour entendre à chaque rétablissement un bruit sec qui montre que la bague est électrisée.

Si la lampe n'est pas allumée on n'entend rien.

Ce phénomène peut s'expliquer par une conductibilité spéciale du verre due à l'ionisation sous l'action des corpuscules électriques mis en jeu par l'effet Edison.

BREVETS D'INVENTION

Brevet anglais (n° 119.365): Perfectionnements à la T. S. F. (BARRIS THOMSON HOUSTON C^e) (1). — L'invention s'applique aux postes récepteurs de T. S. F. qui comportent un ou plusieurs amplificateurs du genre du pliotron, c'est-à-dire des tubes à électrons, pourvus d'une plaque et d'une grille fonctionnant en corrélation avec un filament chauffé.

Elle a pour but d'empêcher la production d'oscillations de toutes fréquences qui pourraient résulter d'accouplements électrostatiques et électromagnétiques entre les circuits de plaque et de grille.

Pour s'opposer aux effets électromagnétiques de cette nature, on ferme les noyaux des inductances des circuits de plaque et de grille, ou l'on enclôt ces circuits dans des boîtes métalliques: cette dernière solution est celle que représente la figure 1 dans son applica-

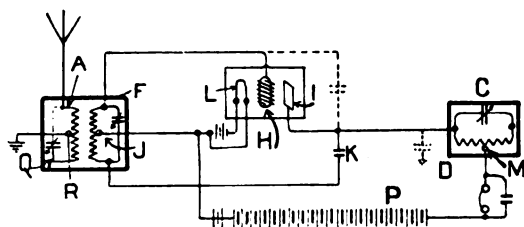


Fig. 1.

tion à un montage simple comportant, dans le circuit-plaque, l'inductance J, et dans le circuit-grille l'inductance D. A celle-ci a été affectée une boîte métallique F, à l'inductance D une boîte métallique G.

(1) Extrait de la *Technique moderne*, mai 1919.

Pour s'opposer aux actions électrostatiques entre la grille I et la plaque H, on applique une force contre-électromotrice à la grille I au moyen d'un condensateur M.

Ce condensateur, qui se relie à la plaque H au point de jonction de cette plaque avec l'inductance F, se relie par son autre armature au pôle inférieur de l'inductance D, et du milieu de la même inductance D est détaché un fil qui la relie à la cathode.

Pour s'opposer aux oscillations qui pourraient résulter d'une action de capacité entre les inductances D et F, on relie la batterie R du circuit-plaque non plus à l'extrémité de l'inductance F, mais à un point intermédiaire de cette inductance.

Pour s'opposer enfin à la production d'oscillations par suite de la distribution du potentiel entre les deux extrémités de l'inductance D, on fait appel à la capacité réglable d'un condensateur, qu'on utilise de manière à équilibrer la capacité naturelle de l'antenne et de la prise de terre faite, ainsi que le montre la figure 1, au point central de la bobine D.

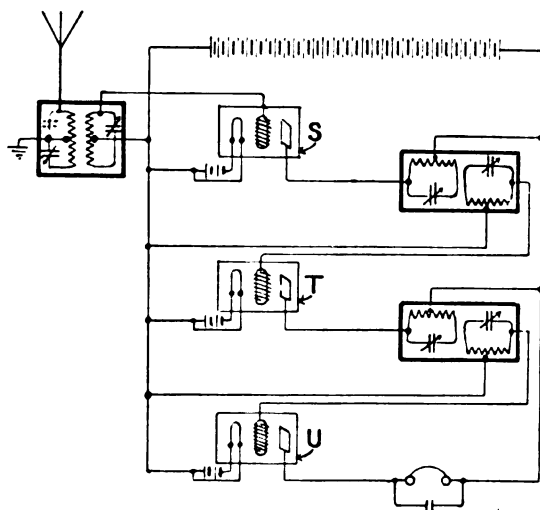


Fig. 2.

La figure 2 représente l'application des mêmes principes à un poste comportant trois amplificateurs S, T, U montés en cascade ;

entre les circuits de plaque et de grille de ces trois amplificateurs, on a appliqué les mêmes dispositifs de protection que dans la figure 1 ; en particulier, en renfermant les inductances de ces amplificateurs dans des boîtes métalliques et en reliant les grilles et la batterie du circuit-plaque aux points milieux des inductances, comme on l'avait fait dans le poste simple de la figure.

20.767 Nouveau redresseur électrique — COMPAGNIE FRANÇAISE
2^e addition POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON —
au brevet France.

N° 482.974

20.770 Nouveau redresseur électrique — COMPAGNIE FRANÇAISE
3^e addition POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON —
au brevet France.

N° 482.974

20.771 Nouveau redresseur électrique — COMPAGNIE FRANÇAISE
2^e addition POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON —
au brevet France.

N° 482.974

20.774 Perfectionnements dans les postes de télégraphie et télé-
1^{re} addition phonic sans fil dirigeables, dans lesquels la rotation des
au brevet antennes est évitée — M. Ettore BELLINI — France.

N° 477.654

490.143 Dispositif pour enregistrer la position d'un télégraphe
transmetteur d'ordres, et autres indications, à un
moment donné quelconque — M. Rodolph Stuart
O'NEIL — Angleterre.

490.455 Éclateur. — M. Frederick Grant SIMPSON — États-Unis
d'Amérique.

Les électrodes se faisant face sont contenues dans un espace hermétiquement clos, elles sont isolées électriquement l'une de l'autre et supportées à la distance voulue par des organes établis en matières ayant à peu près les mêmes coefficients de dilatation ; elles peuvent ainsi être maintenues à peu près à un écartement constant quelles que soient les variations de température de l'ensemble ; cet éclateur peut être mis en série avec d'autres éclateurs semblables, l'ensemble pouvant agir conjointement pour recevoir une étincelle qui traverse chacun d'eux lorsque ceux-ci sont connectés à un circuit électrique tel que le circuit oscillatoire d'un système de télégraphie sans fil.

- 490.502 Perfectionnements aux systèmes de téléphonie automatique — COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON — France.
- 490.504 Perfectionnements aux systèmes de téléphonie automatique. — COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON — France.
- 491.529 Système de téléphonie automatique — COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON — France.
- 491.732 Station de télégraphie sans fil — Société dite : MARCONI'S WIRELESS TELEGRAPH C^o Ltd. — Angleterre.
- 491.845 Dispositif pour commander des appareils situés à une station réceptrice à partir d'une station transmettrice, à l'aide de pulsations électriques — M. Axel Uno SANMARK. — Suède.
- 491.910 Récepteurs pour la télégraphie sans fil — Société dite : MARCONI'S WIRELESS TELEGRAPH COMPANY — Angleterre.
- Avec ce dispositif les bruits dus aux influences atmosphériques sont réduits dans une proportion telle qu'ils n'empêchent pas l'audition des signaux. On fait usage, à cet effet, d'un tube vide d'air contenant une anode, une grille et un filament chauffé à un degré tel qu'il n'y ait pas d'amplification.
- Dans ces conditions, il ne peut passer par la soupape plus d'une certaine quantité définie de courant et les courants dus aux circonstances atmosphériques sont par là réduits aux mêmes dimensions que ceux dus aux signaux, de sorte que le bruit dans le téléphone n'est pas plus fort que les sons produits par les signaux.
- 492.017 Dispositifs commutateurs automatiques pour téléphones — M. Lee de FOREST — États-Unis d'Amérique.
- 492.047 Procédé et dispositifs pour améliorer le fonctionnement des lignes télégraphiques sous-marines et autres — M. Thomas Bullitt Dixon — États-Unis d'Amérique.
- 492.082 Appareil de radiotélégraphie — M. Alexander ARBIB — États-Unis d'Amérique.
- 492.152 Perfectionnements aux détecteurs à cristal pour télégraphie sans fil — Société : SVENSKA AKTIEBOLAGET GASACCUMULATOR — Suède.
- 492.186 Dispositif téléphonique pour liaison continue entre le

poste et l'observateur, permettant de téléphoner en marchant — M. Paul-Marie BRET — France.

492.193 Système de transmetteur radio-téléphonique — M. Lee de FOREST — États-Unis d'Amérique.

492.304 Perfectionnements aux bobines de charge pour exploitations téléphoniques « superimposées » et autres applications.

492.343 Procédé et dispositifs pour produire des fluctuations de courant dans un circuit électrique, applicables en particulier à l'amplification des signaux télégraphiques sous-marins — Thomas Bullitt DIXON — États-Unis d'Amérique.

492.373 Dispositif pour la production mécanique des oscillations électriques — M. René DARMEZIN DU ROUSSET — France.

On n'obtient une syntonie rigoureuse qu'en utilisant les oscillations à amplitude constante, et la seule façon pratique de les produire est l'emploi des alternateurs de haute fréquence.

Un des grands inconvénients de ces machines est la nécessité d'obtenir une constance rigoureuse pour ce qui concerne le nombre de tours par seconde ; car une perturbation même très faible se répercute d'autant plus sur les oscillations que la fréquence est plus élevée.

On y remédie par l'usage d'un alternateur à courant alternatif dans lequel, par réactions successives, on met en valeur les harmoniques de denture déjà amplifiés par construction, et que l'on fait résonner dans des circuits oscillants auxiliaires convenablement accordés.

492.380 Perfectionnements dans les appareils téléphoniques et télégraphiques — Société dite : THE INTERNATIONAL ELECTRIC COMPANY Limited — Angleterre.

492.414 Station d'émission pour la télégraphie et la téléphonie sans fil — MM. Joseph BETHENOD et Émile GIRARDEAU — France.

492.458 Perfectionnements dans et relatifs à la transmission des signaux de T. S. F. — Société dite : GALLETTI'S WIRELESS TELEGRAPH AND TELEPHONE COMPANY Limited — Angleterre.

492.464 Perfectionnements aux procédés pour charger les circuits duplex — Société anonyme : LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE. — France.

- 492.501 Appareil de transmission pour stations radiotélégraphiques
et radiotéléphoniques — M. Frederick Grant SIMPSON
— États-Unis d'Amérique.

L'éditeur-gérant:

A. DUMAS.

ANNALES
DES
POSTES, TÉLÉGRAPHES
ET TÉLÉPHONES

RECUEIL DE DOCUMENTS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS
concernant les Services Techniques et l'Exploitation
des Postes, Télégraphes et Téléphones.

Publié par les soins d'une Commission
nommée par M. le Ministre des Postes et des Télégraphes.

Paraissant tous les trois mois.

VIII^e ANNÉE — N° 4, 1919.

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL :

A partir de l'année 1920

FRANCE ET COLONIES : 16 francs. — ÉTRANGER : 18 francs.

Tous les abonnements partent du 1^{er} Janvier.

PARIS

A. DUMAS, ÉDITEUR

6, RUE DE LA CHAUSSEE-D'ANTIN, PARIS (IX^e)



Établissements Industriels de E. C. et de'

ALEXANDRE GRAMMONT

Sté ANE AU CAPITAL DE FRANCS 5.250.000

à PONT-DE-CHÉRU Y (ISÈRE)

Siège social à LYON, 20, quai de Retz;

Successeur de la Société des

Téléphones et Télégraphes de Lyon

pour les

Appareils Téléphoniques en tous Genres
POUR RÉSEAUX D'ÉTAT

POSTES TÉLÉPHONIQUES SPÉCIAUX
HAUTE TENSION

Mines, Marine, Chemins de Fer

Annonceurs de protection
contre l'incendie,

Commutateurs,

Sonneries,

Lustrerie

Appareillage
Electrique

Fils
et Câbles
électriques

Nus et Isolés

CABLES
SOUS-MARINS

Câbles armés pour Haute
Tension, Transport d'Énergie



RAFFINAGE,
LAMINAGE,
Tréfilerie de Cuivre

TRANSFORMATEURS

Moteurs

Dynamos

CAOUTCHOUC
EN GÉNÉRAL

Gaoutchouc Industriel — Tuyaux — Ébonite
Talons Caoutchouc Marque E. C. G.



PNEUMATIQUES

pour Voitures, Voiturettes, Motocyclettes et Cycles

BANDAGES PLEINS pour Camions
et Autobus

USINES :

PONT-DE-CHÉRU Y (Isère).
LA PLAINE-CHAVANOZ
(Isère).

LYON, 12, Rue du Belvédère.
LYON, 220, Route d'Heyrieux.
SAINT-TROPEZ (Var).

MAISONS DE VENTE :

PARIS, 10, rue d'Uzès. Tél. Cent. 21-57 et 21-85
LYON, { 19 & 20, quai de Retz. Tél. 16-5
 { 12, rue du Belvédère. » 30-17
TOULOUSE, 4, boul. Lazare-Carnot. » 2-59.
MARSEILLE, 2, rue Armény. » 31-28.
GRENOBLE, 26, rue du Lycée. » 26-73
ANGERS, Place de la Visitation. » 3-56
BORDEAUX, 62, rue du Palais-Galien. » 39-62
ALGER, 28, boul. Carnot. » 21-76

ANNALES

DES

POSTES, TÉLÉGRAPHES

ET TÉLÉPHONES

RECUEIL DE DOCUMENTS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS
concernant les Services Techniques et l'Exploitation
des Postes, Télégraphes et Téléphones.

Publié par les soins d'une Commission
nommée par M. le Ministre des Postes et des Télégraphes.

Paraissant tous les trois mois.

VIII^e ANNÉE — N^o 4, 1919.

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL :

A partir de l'année 1920

FRANCE ET COLONIES : 16 francs. — ÉTRANGER : 18 francs.

Tous les abonnements partent du 1^{er} Janvier.

PARIS
A. DUMAS, ÉDITEUR
6, RUE DE LA CHAUSSEÉ-D'ANTIN, PARIS (IX^e)

COMMISSION DES ANNALES

DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES

AVIS

Les manuscrits adressés aux Annales sont soumis à l'examen d'une Commission dite *Commission des Annales des Postes et Télégraphes*.

Cette Commission se réunit à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, 20, rue Las Cases, Paris, VII^e.

Membres de la Commission :

M. DENNERY, Inspecteur général, Directeur de l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, *Président*.

M. A. BLONDEL, Membre de l'Institut, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

Le Directeur du Personnel à l'Administration centrale des Postes et Télégraphes.

M. LORAIN, Directeur de l'Exploitation Téléphonique, Professeur à l'École Supérieure.

M. FERRIÈRE, Directeur des Postes et Télégraphes du département de la Seine, Professeur à l'École Supérieure.

M. MAUREAU, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes, Professeur à l'École Supérieure.

M. AUGIER, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes.

M. PAILLON, Directeur des Postes et Télégraphes.

M. SAUNIER, Chef de bureau à l'Administration Centrale des Postes et Télégraphes, *Membres*.

MM. TAFFIN, Inspecteur des Postes et Télégraphes, HAMEL et REYNAUD-BONIN, Ingénieurs des Postes et Télégraphes, *Secrétaires*.

M. GODET, Rédacteur des Postes et Télégraphes, *Secrétaire-adjoint*

NOTA : La *Commission des Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones* n'est en aucune façon responsable des opinions émises et des théories développées par les auteurs ; elle ne s'immisce pas dans les questions de priorité.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
Amélioration du système téléphonique de Paris par le double appel, par M. BARBARAT, Inspecteur Général des Postes et Télégraphes, Directeur de l'Office des Postes et Télégraphes, de Tunisie.....	559
L'électrification des chemins de fer aux États-Unis et la protection des lignes télégraphiques et téléphoniques, par M. POMER, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes.....	566
Le matériel télégraphique et téléphonique de l'armée américaine repris par l'Administration française des Postes et Télégraphes.	610
Appareil télégraphique multiplex américain, par M. MERCY, Commis principal au poste Central télégraphique de Paris....	614
Un don de M. Branly au Musée des Postes et Télégraphes.....	651

*
* *

SERVICE D'ÉTUDES ET DE RECHERCHES TECHNIQUES DE L'ADMINISTRATION DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

Pile à dépolarisation par l'air.....	654
Au sujet des redresseurs à vapeur de mercure.....	655
Chariot dérouleur pour la pose des lignes aériennes.....	657
Instruction sur la construction et l'entretien des lignes aériennes.....	659

*
* *

COMITÉ TECHNIQUE DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES.

Petite station téléphonique automatique interurbaine.....	661
Instruction sur l'installation de l'éclairage électrique à l'intérieur des locaux de l'Administration.....	661

*
* *

COMPTE RENDU DES PÉRIODIQUES

Périodiques en langue française.

Oscillations électriques non amorties de courte longueur d'onde.	663
Un microphone à alvéoles multiples.....	666
L'enregistrement photographique des messages de T.S.F.....	667
Applications électriques du sélénium.....	668
Formules d'alliages d'aluminium.....	672
Désulfatation des plaques positives d'accumulateurs.....	673

*
* *

Périodiques en langues étrangères.

Le Thermophone.....	674
Réflexions sur la téléphonie automatique.....	676
Note sur le service téléphonique de Londres.....	679
Unification des bandes perforées pour télégraphes multiples et automatiques.....	682

*
* *

INFORMATIONS ET VARIÉTÉS

École Supérieure des Postes et Télégraphes : Questions écrites du concours d'admission d'élèves-ingénieurs.....	684
Un câble téléphonique de 1.600 kilomètres.....	685
Rendement des télégraphistes du Signal Corps américain.....	686
Le nouveau bureau téléphonique de Marseille.....	687
Construction d'un câble aérien à Enghien.....	688
L'aviation postale.....	689

*
* *

BIBLIOGRAPHIE.....	691
--------------------	-----

*
* *

BREVETS D'INVENTION.....	692
--------------------------	-----

BIBLIOTHÈQUE DES ANNALES DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES ⁽¹⁾

Pour acquérir ces volumes, prière de s'adresser directement aux éditeurs indiqués ci-après.

Construction des lignes télégraphiques et téléphoniques. Cours professé à l'École Supérieure par M. LORAIN, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes (4^e édition. 1916). — 2 vol. Prix : 6 francs le vol.

Comptabilité et droit budgétaire. Cours professé à l'École Supérieure par M. FERET DU LONGBOIS, Directeur au Ministère des Finances (1912). — 1 vol. Prix : 6 francs.

* *Installations télégraphiques.* Cours professé à l'École Supérieure par M. TONGAS, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes (1918). — 2 vol. Prix : 12 fr. 50 le volume.

Les derniers progrès réalisés en télégraphie, par M. TONGAS (1913). — 1 vol. Prix : 2 francs.

Installations téléphoniques. Cours professé à l'École Supérieure par M. MILON, Ingénieur des Postes et Télégraphes (2^e édition. 1918). — 1 vol. Prix : 12 fr. 50

Exploitation postale. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. FERRIÈRE, chef de bureau à l'Administration Centrale des Postes et Télégraphes (1913). — 2 vol. Prix : 6 francs le volume.

* *Conférences sur les moteurs thermiques* faites à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. SAUVAGE, Inspecteur général des Mines (1913). — 1 vol. Prix : 2 francs.

Électricité industrielle. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. MAUREAU Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1918). — 1 vol. Prix : 10 fr. 50.

Principes d'électricité. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. DROUET, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1917). — 1 vol. Prix : 3 fr. 75.

Théorie de la pupinisation et applications pratiques. — Conférences faites à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, par M. CAHEN, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol. Prix : 1 fr. 50.

(1) Ces ouvrages (sauf ceux marqués d'un astérisque) se trouvent dans les bibliothèques départementales,

Cours élémentaire de Télégraphies sans fil, par M. G. VIARD, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1918). — 1 vol. Prix : 12 francs.

La Technique Télégraphique en France (ouvrage publié à l'occasion de l'Exposition de San-Francisco), par M. MONTORIOL, Inspecteur des Postes et Télégraphes (1916). — 1 vol. in-8° carré. Prix : 3 fr. 50.

La télégraphie, la téléphonie, l'électricité depuis 1878. Extraits du 2000^e numéro de *The Electrician*, traduits par G. HAMEL et E. PICAULT, ingénieurs des Postes et Télégraphes. — 1 vol. Prix : 4 francs.

Instruction sur la construction et l'entretien des lignes aériennes, à l'usage du personnel, 1917. 1 vol. in-16 jésus à l'italienne, 337 pages. Prix : 4 francs.

Instruction sur la protection des installations télégraphiques et téléphoniques de l'Etat contre les courants industriels, à l'usage du personnel, 1918. 1 vol. in-16 jésus à l'italienne, 140 pages. Prix : 3 francs.

Instruction sur les circuits combinés et circuits appropriés à la télégraphie et à la téléphonie simultanées, à l'usage du personnel, 1918. — Une plaquette in-16 jésus à l'italienne, 26 pages. Prix : 1 fr. 75.

Instruction sur les essais et mesures électriques et le relèvement des dérangements de lignes et de postes, à l'usage du personnel (1918). — 1 vol. in-16 raisin, 130 pages, 22 figures. Prix : 4 francs.

Instruction sur l'installation et l'entretien des postes téléphoniques d'abonnés, à l'usage du personnel (1918). — 1 vol. in-16 raisin, 62 pages, 23 figures. Prix : 3 fr. 50.

EN VENTE A LA LIBRAIRIE DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE, 3, RUE THÉNARD, PARIS, V°.

* *Cours d'électricité théorique* professé à l'École Supérieure (section des élèves-ingénieurs), par M. POMEY, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1914). — 2 vol. Tome I. Prix : 13 francs.

De la propagation du courant télégraphique et téléphonique (*The propagation of the electric currents*, par J.-A. FLEMING), traduit de l'anglais par M. RAVUT, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 12 francs.

La télégraphie et la téléphonie simultanées et la téléphonie multiple (*Das gleichzeitige Telegraphieren und Fernsprechen und das mehrfache Fernsprechen*, par K. Berger); traduit de l'allemand par M. LE NORMAND, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 4 fr. 50.

Pratique radiotélégraphique (Radiotelegraphisches Praktikum, par REIN), traduit de l'allemand par M. VIARD, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 9 francs.

La Téléphonie automatique, par M. MILON, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol.

La Télégraphie en Amérique (American Telegraph Practice, par DONALD MC NICOL); traduit de l'anglais par MM. PICAULT et VIARD, Ingénieurs des Postes et Télégraphes (1917). — 1 vol.

EN VENTE CHEZ M. GAUTHIER-VILLARS, ÉDITEUR, 55, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, PARIS, VI°.

Traité de Téléphonie (extraits de *Telephony*, par ABBOTT); traduit de l'anglais par M. GILLES, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 4 francs.

Traité de Téléphonie pratique (extraits de *American telephone practice*, par KEMPSTER B. MILLER); traduit de l'anglais (1913). — 1 vol. Prix : 6 francs.

EN VENTE CHEZ M. ALBIN MICHEL, ÉDITEUR, 22, RUE HUYGHENS, PARIS, XIV°.

Les câbles télégraphiques et téléphoniques (Telegraphen und Fernsprechkabel-Anlagen, par STILLE); traduit de l'allemand par MM. PICAULT, Ingénieur, et MONTORIOL, Sous-chef de section des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol. in-8°. Prix : 25 francs.

EN VENTE CHEZ M. BÉRANGER, ÉDITEUR, 15, RUE DES SAINTS-PÈRES, PARIS, VI°.

VIENT DE PARAÎTRE :

Instruction sur l'installation des bureaux télégraphiques principaux, à l'usage du personnel (1919). — 1 vol. in-16 raisin, 78 pages, 64 figures. Prix : 6 fr. 50.

EN VENTE A LA LIBRAIRIE DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE, 3, RUE THÉ-NARD, PARIS, V°.

AMÉLIORATION DU SERVICE TÉLÉPHONIQUE DE PARIS

PAR LE DOUBLE APPEL

Par M. BARBARAT,
Inspecteur général des Postes et Télégraphes,
Directeur de l'Office des Postes et Télégraphes de Tunisie.

Une des principales causes de difficultés dans l'exploitation du réseau téléphonique de Paris réside dans la nécessité de conversations entre téléphonistes de bureaux différents sur les *lignes d'ordre* dont l'usage entraîne des retards notables (1).

Cette constatation est si bien admise que l'Administration a envisagé l'amélioration de l'exploitation actuelle par l'installation d'appareils semi-automatiques. Il n'est pas nécessaire de rechercher pourquoi l'usage des lignes d'ordre n'a pas réussi à Paris. Je dirai cependant qu'à mon avis personnel cela tient à l'extension du service et au fait que les téléphonistes désireuses de donner satisfaction aux abonnés se précipitent sur les lignes d'ordre, sans attendre leur tour, d'où l'embouteillage qui se produit.

Quoi qu'il en soit, on serait donc réduit à attendre l'installation des semi-automatiques pour améliorer sensiblement la situation. La guerre a entraîné déjà un retard de 5 ans et les délais d'installation par les constructeurs des centraux automatiques seront certainement très longs. La dépense est en outre très importante en ce moment, où les prix ont plus que triplé.

Je crois donc que sans abandonner les projets d'amélioration

(1) Dans le cas le plus fréquent où l'abonné demandeur est rattaché à un autre bureau que l'abonné demandé.

Ann. des P., T. et T., 1919-IV (8^e année).

en cours, il y a lieu, en raison des circonstances, de reprendre la solution par « l'appel scindé » ou double que j'ai préconisée pour Paris en 1900 au moment où on commençait à envisager en France le système téléphonique à batterie centrale. On doit, en effet, chercher à tirer le meilleur parti des appareils existants en attendant les transformations prévues; et sans préjuger du développement plus ou moins rapide des multiples automatiques en France, on peut admettre que l'exploitation des multiples manuels existants sera d'autant plus parfaite qu'elle se rapprochera le plus possible de l'automatisme. Comme conséquence, il faut proscrire tout système d'exploitation qui force les téléphonistes à causer avec les abonnés ou entre elles et simplifier, le plus possible, leur intervention (1).

L'« appel scindé » répond à ces conditions beaucoup mieux que l'appel actuel: il exige la collaboration de l'abonné, mais il semble évident que la collaboration des abonnés doit faire gagner du temps et éviter des retards.

On ne peut pas dire que les abonnés refuseront leur collaboration avant d'avoir essayé l'« appel scindé », qui est identique d'ailleurs à l'appel de l'interurbain auquel le public est habitué.

Les abonnés comprennent très bien que la téléphoniste de leur bureau ne peut pas leur donner la communication avec un abonné d'un autre bureau et qu'il faut faire intervenir une seconde téléphoniste, celle du bureau de l'abonné demandé. Ils trouveront donc tout naturel de demander d'abord à leur téléphoniste le bureau de leur correspondant, puis quand la deuxième téléphoniste leur répondra, d'indiquer le numéro de l'abonné auquel ils veulent parler. J'estime même que lorsque le public sera habitué à l'« appel scindé », on obtiendra des résultats comparables

(1) C'est dans ce but qu'on a muni les multiples manuels de signaux de supervision indiquant la position des abonnés et par conséquent la fin de conversation; du signal acoustique de « ligne occupée » pour éviter toute conversation entre les téléphonistes et l'abonné demandeur quand l'abonné demandé n'est pas libre.

Il était également très désirable de supprimer l'indication verbale de « non-réponse » et ce résultat a pu s'obtenir facilement en faisant entendre à l'abonné demandeur le courant d'appel de l'abonné demandé.

comme rapidité à ceux qu'on peut espérer avec les appareils semi-automatiques à construire. En résumé, l'exploitation se ferait comme suit :

L'abonné demandeur indiquerait à la téléphoniste de départ le nom du bureau où se trouve l'abonné demandé, sans lui donner le numéro dont elle n'aurait pas besoin. Cette téléphoniste mettrait immédiatement l'abonné en liaison avec la téléphoniste d'arrivée et son rôle serait terminé jusqu'à la rupture de la communication. La deuxième téléphoniste annoncerait sa présence directement à l'abonné demandeur en donnant le nom de son bureau suivi de l'interrogatif : « numéro... ? ».

Le demandeur indiquerait alors le numéro de l'abonné qu'il désire, le collationnement serait direct entre la téléphoniste d'arrivée et le demandeur et tout se passerait comme si les deux abonnés faisaient partie du même multiple.

En fin de conversation, les lampes de supervision s'allumeraient comme d'habitude au bureau demandeur, la téléphoniste de départ arracherait son dicorde et la téléphoniste d'arrivée prévenue par une lampe arracherait à son tour la fiche de sa ligne d'intercommunication ; à aucun moment, les téléphonistes n'auraient eu à causer entre elles, les lignes d'ordre seraient supprimées et transformées en lignes d'intercommunication.

On voit immédiatement que de nombreuses causes de retard se trouveraient supprimées et on peut être assuré que l'exploitation serait grandement améliorée.

J'ajoute, pour terminer l'exposé général de l'amélioration du système téléphonique de Paris, que l'abonnement le plus équitable est à mon avis l'abonnement forfaitaire gradué ou à paliers, qui pour être appliqué d'une manière pratique nécessite des compteurs individuels de conversation, compteurs qui doivent être automatiques sans intervention de la téléphoniste. Lorsque l'abonnement dans le réseau de Paris aujourd'hui forfaitaire complet deviendra forfaitaire gradué, on pourra facilement faire cette transformation sans imposer aux téléphonistes un compteur à main qui retarde le service.

Réalisation de l'« appel scindé ».

La réalisation de l'« appel scindé » dans le réseau de Paris étant considérée comme une mesure transitoire devrait se faire sans frais élevés et sans effectuer dans les keyboards des travaux qui entraveraient l'exploitation. Par contre, il n'y a aucun inconvénient à ajouter des relais de modèle courant sur les bâtis, un tel travail pouvant se faire pendant l'exploitation même. Plus tard, en cas d'adoption de tout autre système, les relais pourraient être utilisés ailleurs.

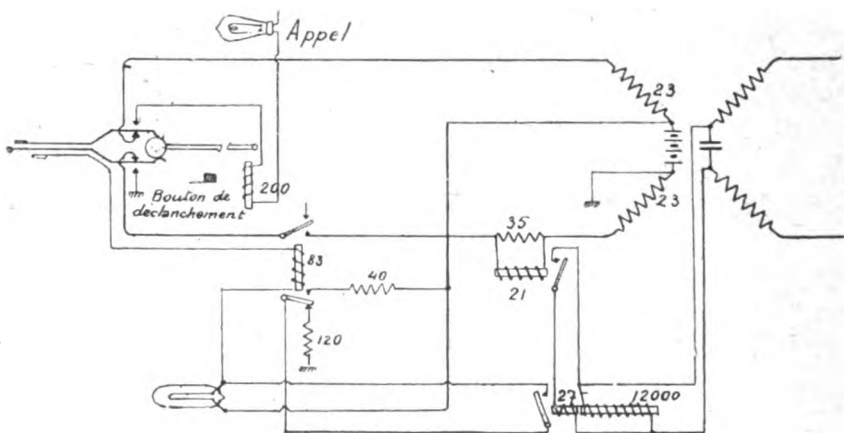


Fig. 1.

APPEL DU BUREAU D'ARRIVÉE. — Au bureau d'arrivée, les lignes d'intercommunication aboutissent actuellement à des monocordes munis de l'appel à enclenchement mécanique ou magnétique, mais sans clé d'écoute. La figure 1 représente d'ailleurs la situation actuelle.

Une lampe de signalisation est affectée à chaque monocorde. Dans le système de l'« appel scindé », cette lampe doit s'allumer quand la téléphoniste de départ enfonce la fiche d'appel de son dicorde dans le jack de la ligne d'intercommunication et s'éteindre quand la téléphoniste d'arrivée enfonce son monocorde

dans le jack de l'abonné demandé et enfin se rallumer quand la téléphoniste de départ arrache son dicorde en fin de conversation. On obtient ces résultats en ajoutant un relais R. A. différentiel à deux enroulements agissant en sens inverse et en faisant commander la lampe par ce relais comme l'indique le schéma de la figure 2.

Le relais actuel 12000/27 n'est pas modifié, mais l'enroulement 1 du relais R. A. prend terre par la palette de ce relais, l'autre enroulement 2 étant relié au troisième fil de la fiche. Quand la téléphoniste de départ enfonce sa fiche appel, le relais 12.000 colle ainsi que le relais R. A. par son enroulement 1 et la

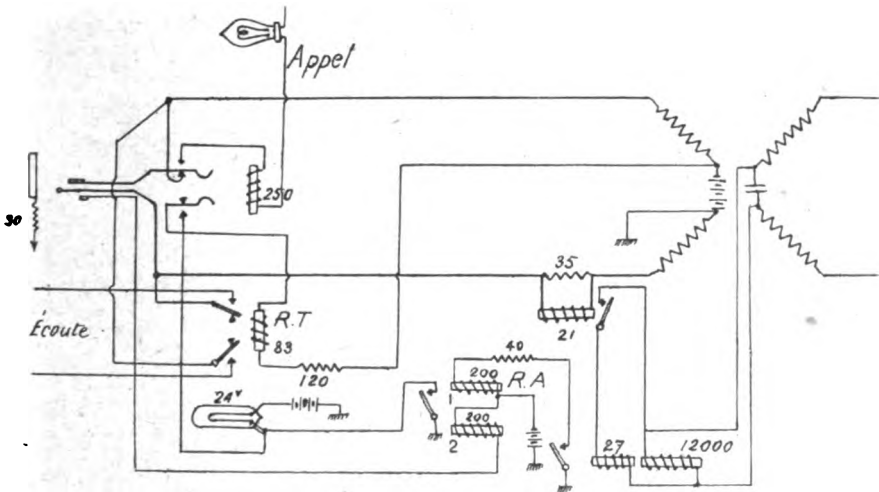


Fig. 2.

lampe s'allume. Quand la téléphoniste d'arrivée enfonce son monocorde, l'enroulement 2 du relais R. A. prend également terre et le relais décolle. La lampe s'éteint et reste éteinte quelle que soit la position de l'abonné demandé. Quand la téléphoniste de départ arrache son dicorde en fin de conversation, l'enroulement 1 du relais R. A. n'a plus de terre et la lampe s'allume, car le relais fonctionne par l'enroulement 2. La téléphoniste d'arrivée arrache alors son monocorde, après la téléphoniste de départ, comme actuellement.

ÉCOUTE AU BUREAU D'ARRIVÉE. — Pour réaliser l'écoute, afin que la téléphoniste d'arrivée puisse prendre l'ordre de l'abonné demandeur, le plus simple serait l'addition de clés d'écoute, une par monocorde, sur le keyboard, mais le changement serait assez délicat. On peut essayer la combinaison suivante pour les boutons d'appel automatique à enclenchement mécanique.

On relie les fils de la ligne aux lames d'un relais R. T., type test, et ce relais en fonctionnant met l'écoute sur la ligne. On utilise pour cela le relais actuel de test R. T. 83 ω , dont la fonction est modifiée.

Pour le fonctionnement de ce relais, on lui donne une terre au moyen de l'armature du relais R. A. de lampe, à travers une lame de la clé d'appel (clé devenue disponible après la réalisation du contrôle par l'abonné demandeur de l'appel de l'abonné demandé). Dès que la lampe s'allume, la téléphoniste enclenche le bouton d'appel : le relais R. T. fonctionne et donne l'écoute ; l'appel ne gêne pas, car le bouton coupe du côté de l'écoute. Après avoir reçu l'ordre du demandeur, la téléphoniste fait le test et enfonce le monocorde dans le jack de l'abonné demandé et l'écoute disparaît.

On utilise ainsi autant que possible l'installation existante. C'est dans cet esprit que la résistance 40 ω est mise sur l'enroulement 1 du relais R. A., alors que la résistance du relais de coupure de l'abonné sur l'enroulement 2 est de 30 ω . La résistance 120 ω est mise devant le relais R. T. de 83 ω et les lampes de 12 v. sont remplacées par des lampes de 24 v.

On a eu à ajouter :

1 relais différentiel	type à choisir, résistance des
	2 enroulements quelconque.
1 fil par monocorde	soit un câble à 40 fils disposé
	en peigne.

Si le bouton d'appel est à enclenchement magnétique, on doit adopter une autre solution pour ne pas avoir à appuyer constamment sur ce bouton pendant l'écoute. La clé peut être mise à deux positions et transformée facilement en clé d'appel et d'écoute.

NOTA. — *L'auteur, M. Barbarat, a fait parvenir, postérieurement à l'envoi de son article, la lettre suivante :*

« Dans mon étude sur l'appel scindé dans le réseau de Paris, je me suis seulement occupé du monocorde à l'arrivée sur les lignes d'intercommunication. Au départ, ces lignes partiellement multiplées devront être essayées au test par la téléphoniste car il n'y a probablement pas de place pour mettre des lampes d'occupation sous les jacks de ces lignes; ce serait donc la solution provisoire à adopter malgré la nécessité de ce test préalable.

« L'amélioration relativement au système actuel serait néanmoins considérable, les téléphonistes n'ayant pas à s'attendre sur les lignes d'ordres.

« D'ailleurs rien n'empêcherait d'ajouter ensuite successivement aux bureaux de départ des sélecteurs chercheurs de lignes qui dispenseraient la téléphoniste du choix de la ligne et par conséquent du test. Cela coûterait naturellement plus cher, mais les chercheurs seraient utilisables dans les futurs bureaux semi-automatiques; on peut croire d'ailleurs qu'on aurait le temps de les user avant que Paris soit doté du réseau complet semi-automatique. »

L'électrification des chemins de fer aux États-Unis (1)

PAR

LA PROTECTION DES LIGNES TÉLÉGRAPHIQUES ET TÉLÉPHONIQUES

(Avril-Mai 1919)

Par M. POMEY,
Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes.

1^o AVANTAGES GÉNÉRAUX DE L'ÉLECTRIFICATION DES CHEMINS DE FER.

On parle fréquemment des « avantages bien connus de l'électrification ». Il n'est peut-être pas inutile d'en indiquer sommairement ici quelques-uns.

Le public apprécie la propreté. L'électrification doit avoir pour résultat des économies de nettoyage et d'entretien.

(1) (Mission de MM. Pomey et Le Corbeiller, Ingénieurs des Télégraphes, associés à la Mission des Travaux publics.) Sur les chemins de fer des États-Unis, ce qui frappe le plus un ingénieur français, ce sont l'attelage automatique et le frein continu. Ce sont là deux supériorités du système américain : il y aurait le plus grand intérêt à généraliser en France les applications qui en ont été faites.

En second lieu, les attelages ont une force plus grande qu'en France, ce qui permet d'avoir des trains plus lourds et des transports plus économiques.

Enfin la circulation longitudinale dans les voitures supprime la nécessité d'avoir des portes latérales dans le milieu des wagons, portes qui affaiblissent la résistance de la caisse et obligent à augmenter le poids du truc.

Il semble que le gabarit soit uniforme. C'est là un avantage considérable puisqu'il arrive en France qu'on est obligé de démonter certaines pièces d'une locomotive quand elle passe du réseau de l'Etat sur celui de l'Est.

Il semble donc que le rôle du contrôle doive être actuellement de tendre le plus possible vers l'unification. Cette unification, désirable au point de vue traction, ne l'est pas moins au point de vue de la production nationale. Il faudrait que le système de rails fût unifié. C'est à cette seule condition que le travail des aciéries pourra être régularisé et standardisé. Par suite de la régularisation, les commandes, au lieu de porter sur des types variés et des quantités insuffisantes, pourront se présenter par lots relatifs à un type déterminé; l'éparpillement étant évité, les travaux pourront se suivre d'une façon plus régulière. Les modèles se rapportant à des types en nombre réduit, on peut espérer profiter de l'économie d'une fabrication entreprise en grand avec un outillage et un personnel spécialisés.

Les horaires peuvent être observés avec plus de rigueur : l'un des avantages de l'électrification des parties montagneuses du chemin de fer Chicago-Milwaukee-Saint-Paul, au dire d'un des administrateurs, c'est que la ligne de montagne peut maintenant être exploitée de la même manière que les parties en plaine, avec des heures fixées. Avec une locomotive électrique, on ne risque pas de voir un train s'arrêter parce qu'il faut refaire de la pression.

Si l'on a des centrales thermiques, l'économie de combustible est grande : la locomotive, soit en marche, soit dans les périodes de préparation, a un faible rendement thermique. Le charbon est consommé bien plus économiquement dans les grandes chaufferies fixes. Une photographie américaine nous montre une grande gare encombrée de locomotives et de chacune d'elles sort quelque jet de vapeur.

La locomotive à vapeur exige des soins d'entretien particuliers ; il faut spécialiser l'équipe qui lui est affectée. Avec la journée de huit heures, le travail effectif que peut faire une locomotive est limité à une marche de quatre heures environ. Un wattmann quelconque peut être mis sur une locomotive électrique quelconque. Si donc la locomotive électrique est d'un prix élevé, il faut mettre en balance l'économie qui résulte de sa meilleure utilisation, celle-ci permettant de réduire le nombre des unités nécessaires.

La traction électrique permet la récupération d'une partie de l'énergie en utilisant le travail de la pesanteur dans les descentes.

Le travail de freinage produit pendant la récupération ménage les sabots de frein et les bandages ; il en résulte une diminution des frais de renouvellement.

Les démarrages et les arrêts plus rapides permettent d'augmenter la vitesse moyenne de marche.

Si l'exploitation électrique permet ainsi d'avoir des trains plus rapides et de les multiplier, il en résulte un désencombrement des quais et il y a lieu de mettre à l'actif de ce mode de traction les sommes qui, autrement, auraient été nécessairement dépensées pour l'agrandissement des gares.

De même, en ligne courante, l'absence de trépidation permet d'avoir sur les rampes ou les déclivités des vitesses plus grandes, il y a donc lieu de mettre aussi à l'actif de la traction électrique les sommes qu'il aurait été nécessaire de dépenser sur certains parcours accidentés, comme à la traversée des Cévennes, si l'on avait voulu y avoir des marches de trains plus accélérées.

Il faut remarquer encore que la traction électrique ne nécessite pas les dépenses afférentes au transport du charbon soit vers les centres d'approvisionnement, soit sur les locomotives elles-mêmes. Actuellement la pénurie de charbon, et pour l'avenir la perspective d'une extraction toujours plus onéreuse et plus aléatoire du combustible, font désirer l'adoption de la force motrice hydraulique transportée électriquement à grande distance.

2° QUESTION DES CENTRALES.

Mais ici deux opinions peuvent se soutenir. On peut dire que l'industrie des chemins de fer est une industrie assez importante pour qu'elle ait ses centrales lui appartenant; dès lors, rien ne l'empêche de produire le courant électrique sous la forme qui lui convient le mieux, sans avoir égard aux préférences des autres consommateurs à qui elle pourrait consentir à revendre ses excédents. Elle n'a par exemple qu'à adopter le courant alternatif monophasé à une fréquence très basse et elle se trouvera dans les conditions les meilleures. Nous ferons tout d'abord certaines réserves en ce qui concerne l'emploi de fréquences trop basses, parce que celles-ci peuvent provoquer des vibrations mécaniques. Mais cette réflexion n'est qu'incidente. Quoi qu'il en soit, je me rallierai plutôt à la seconde opinion, qui considère avant tout l'intérêt général et non point seulement l'intérêt particulier de la traction. S'il est vrai que l'usage de la houille blanche devienne une nécessité nationale, il faut que les distributions d'énergie électrique se répandent sur tout le territoire. Il serait défavorable d'avoir deux réseaux de distribution à haute tension, celui du public et celui des chemins de fer. L'on ne fait

pas son pain, on va le prendre chez le boulanger; que les chemins de fer s'occupent de la traction et qu'ils achètent aux distributions d'énergie le courant dont ils auront besoin. Leur clientèle pourra aider la création et la diffusion de l'énergie électrique et la solidarité des réseaux de distribution leur procurera une sécurité que leur installation propre ne pourrait leur donner au même degré.

C'est ainsi que nous voyons aux États-Unis le réseau du chemin de fer Chicago-Milwaukee-Saint-Paul s'alimenter sur le réseau de distribution de la Montana Power Cy.

A la compagnie de traction revient le soin d'établir les sous-stations et les fils de trolley; à la compagnie de distribution d'énergie, le soin d'amener aux sous-stations le réseau à haute tension.

C'est aussi le seul moyen d'apprécier exactement le prix de revient de la traction électrique. Il est plus difficile de s'en rendre compte si la production et la consommation sont confondues dans la même bourse. Et cette clarté seule peut permettre de voir les points sur lesquels il convient de faire porter l'effort en vue d'avoir une économie.

3° LA TRACTION ÉLECTRIQUE EST-ELLE ÉCONOMIQUE ?

Il semble qu'aux États-Unis, abstraction faite de la grande électrification du Chicago-Milwaukee-Saint-Paul, la traction électrique soit considérée comme étant moins économique que la traction à vapeur. Mais il faut considérer le bas prix du combustible aux États-Unis.

Si l'on oppose, en France, l'élévation de la dépense d'achat des tracteurs et du matériel roulant, avec les prix actuels, il faut, en revanche, admettre que les prix des locomotives et du charbon ont aussi subi la même élévation que les matières et objets du matériel électrique.

Je reconnais pourtant que la traction électrique, aux États-Unis, a été généralement imposée. C'est ainsi qu'à l'heure actuelle, il a été décidé que les trains à vapeur, sauf ceux d'une ligne,

n'entreront plus à Chicago. De même, c'est sous l'impulsion de l'État, sous ses injonctions peut-être, qu'a été électrifié le réseau qui entoure San Francisco. L'opinion publique réclamait la traction électrique, et les Directions, bien qu'elles estimassent ce procédé de locomotion plus onéreux pour elles, ont cédé aux exigences de cette opinion publique. Peut-être craignaient-elles que, si elles résistaient à ces réclamaions, il ne surgît une concurrence encore plus désastreuse.

Une étude technique de détail permettrait seule de savoir si l'électrification d'une ligne donnée peut ou non être plus ou moins économique; mais j'ai voulu faire voir certains aspects du problème pour montrer sa complexité et pour faire comprendre aussi qu'il y a des compensations qu'il est bien difficile de chiffrer.

4° BANLIEUE ET GRANDES LIGNES.

La traction électrique aux États-Unis est très développée, si l'on envisage non seulement les lignes à grand trafic, mais aussi les tramways. Or il semble que les réseaux de tramways s'étendent parfois à des distances telles, que nous les considérons volontiers comme étant déjà de grandes lignes de chemin de fer. Le réseau auquel je fais allusion est un réseau à 650 volts comme les réseaux de banlieue. C'est ainsi qu'on va de Chicago à Saint-Louis en tramway électrique; on peut y passer la nuit; pour certains services de théâtre, il y a des sleeping cars; il y a aussi des wagons légers de messagerie. La distance est considérable.

Nous voyons de même des tramways électriques relier Buffalo à Niagara Falls. La ligne est à 650 volts dans les environs de Buffalo, mais bientôt, sans qu'il y ait ni arrêt, ni ralentissement, le train continue à circuler sous une ligne de traction à 1.200 volts. De tous côtés, on voit de ces lignes de traction à 1.200 volts; en certains endroits, le voltage se trouve porté à 2.400 volts. C'est toujours la traction ordinaire par courant continu. Ce mode de traction a supplanté d'autres modes de traction par courant alternatif.

L'ensemble de ces faits, qui sont nombreux, nous amène à cette réflexion; c'est que le développement de la traction électrique suit sa marche d'évolution normale lorsque, partant de la traction de banlieue à 650 volts, courant continu, il augmente peu à peu, soit la distance, soit le voltage, soit les deux. Un tel processus est conforme à la logique et à la prudence. Il permet de s'assurer sur des expériences certaines. Il donne des réalisations immédiates, parce qu'il écarte l'inconnu. Le problème de la traction sur les grandes lignes se trouve alors un beau jour résolu, sans qu'il ait eu besoin de se poser, comme un inconnu, à des administrations anxieuses d'avoir un résultat. Loin de moi la pensée de vouloir diminuer le mérite des techniciens qui ont réalisé la traction électrique des trains lourds et des trains rapides sur les grandes artères; mais au contraire, c'est un mérite à eux d'avoir vu clairement la voie normale de l'évolution.

5° LES ESPÉRANCES DU MONOPHASÉ.

Comment donc se fait-il que la traction électrique monophasée ait eu un si gros succès et produit un tel entraînement? C'est, à mon avis, que, dans les questions scientifiques elles-mêmes, il y a aussi une mode. Or, l'*Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft*, à un certain moment, croyait avoir en sa possession un moteur monophasé à collecteur qui devait rendre possible et préférable la traction par courant alternatif à basse fréquence. Et, comme à cette époque la Science allemande donnait le ton, beaucoup se sont laissés impressionner. D'autre part, d'éminents ingénieurs français, engagés dans la même route, avaient trouvé les solutions les plus ingénieuses et les plus remarquables et l'on s'est aussi laissé impressionner par ces brillantes inventions.

Seulement, il faut remarquer que les résultats escomptés par l'*Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft* ne se sont pas réalisés entièrement; on notera que les ingénieurs des télégraphes allemands faisaient déjà le devis d'un grand réseau souterrain, et les craintes du courant de traction monophasé n'étaient peut-être pas étrangères à cette préoccupation. Enfin, en France même,

où des installations monophasées très bien conçues ont été faites, il y a eu de fâcheuses répercussions sur le réseau téléphonique et télégraphique. En Italie, où l'on emploie le courant alternatif triphasé, on voit le réseau de télécommunication se réfugier dans les vallées voisines.

Je ne crois pas qu'on puisse affirmer que la traction par courant continu soit sans danger ; tout au moins, elle ne paraît pas provoquer des troubles comparables.

Lorsqu'on va de Chicago à New-York par Pittsburg et Philadelphie, les lignes télégraphiques sont constamment en bordure de la voie ferrée ; mais lorsqu'on arrive à Paoli avant d'atteindre Philadelphie, tout d'un coup tout le réseau télégraphique disparaît comme par enchantement, et l'on se trouve, entre Paoli et Philadelphie, sur une ligne de chemin de fer électrifiée en courant monophasé. Rien n'est plus saisissant que cette disparition. Les poteaux télégraphiques ont été enlevés avant l'électrification de la ligne : de même que la mauvaise monnaie chasse la bonne, selon un dicton d'économie politique, la traction monophasée a chassé le réseau télégraphique aérien qui ne peut vivre côte à côte avec elle.

6° QUELLES LIGNES CONVIENT-IL D'ÉLECTRIFIER ?

Si je pars de ce point de vue que la traction électrique est surtout intéressante parce qu'elle permet d'utiliser la force motrice des chutes d'eau, lesquelles se rencontrent dans les pays de montagne, et parce qu'elle s'accommode de rampes qui sont péniblement remontées par les locomotives à vapeur, je dirai que ce sont les lignes de montagne qu'il faut électrifier tout d'abord ; et c'est, il me semble, en vue de la réalisation d'un programme de ce genre qu'une mission française a été envoyée aux États-Unis, étant bien entendu qu'on ne devait s'occuper qu'incidemment de la traction des lignes de banlieue. Mais si je me place au point de vue de l'intérêt même des compagnies de chemin de fer, je crois que l'expérience des États-Unis nous invite à renverser tout à fait ces conclusions. Avec la traction électrique à courant con-

tinu, il ne semble pas qu'il y ait un fossé profond entre la traction de banlieue et la traction de grande ligne. Or, puisqu'on veut décongestionner les grandes lignes, si l'on remarque que c'est seulement là où le trafic est intense que la dépense peut être rémunératrice, et si l'on veut bien admettre qu'il y ait quelque part de vérité dans les observations que j'ai faites sur l'évolution naturelle de l'électrification, on admettra, au contraire, que l'électrification la plus urgente est celle de la grande banlieue. Que si l'on veut donner un peu de vie aux lignes de montagne, il n'est point besoin de poser de grands problèmes; ces lignes peuvent se traiter comme de véritables tramways, ou peut s'en faut, en général.

7° INFLUENCES ÉLECTRIQUES.

En ce qui concerne plus directement la question de l'influence des lignes d'énergie et de traction sur les lignes télégraphiques ou téléphoniques, les États-Unis nous offrent-ils une solution claire, nette, précise et indiscutable? Si l'on examine les documents réunis par l'American Telephon and Telegraph Company, lesquels représentent un nombre considérable d'expériences, on pourrait croire que nous avons là la solution toute faite. Et pourtant, ce n'est point mon avis. Comment pourrait-on, sans craindre de se tromper, conclure de ce qui s'est produit en Amérique à ce qui se produira en France? Est-ce que les constitutions des réseaux télégraphiques et téléphoniques sont les mêmes? Y a-t-on le même armement, le même mode de croisement, les mêmes longueurs, les mêmes distances? La surveillance et l'initiative des employés dans les bureaux et leur compétence technique sont-elles les mêmes? Est-ce que les voltages et les intensités des courants de traction seront les mêmes en France qu'aux États-Unis? Aura-t-on le même appareillage? La construction des électromoteurs sera-t-elle la même? Évidemment non. Même avec le même mode de traction, les détails différeront du tout au tout. Et par conséquent, il est impossible de considérer les documents américains autrement que comme de simples indications. Est-ce à dire qu'il n'y ait rien à en retenir? Bien au contraire, et tout d'abord la méthode.

8° UTILITÉ D'UNE VOIE D'ESSAI ET D'UN LABORATOIRE.

Quand les lignes d'énergie triphasées à haute tension ont occasionné des troubles au réseau de télécommunication, il s'est formé en Californie un *Joint Committee* qui a réuni des ingénieurs appartenant à tous les services intéressés. Cette grande commission a fait des expériences, a établi des rapports, tantôt théoriques, tantôt pratiques, et a recommandé certaines règles. C'est un travail que je comparerai à celui qui a été fait en Angleterre par l'*Association britannique* à la suite des premiers insuccès de la pose des grands câbles transatlantiques.

Et d'autre part, nous voyons une société de construction, la *General Electric Company* qui possède à Erié une voie d'essai d'une longueur de plusieurs milles et un laboratoire technique à côté de son usine consacrée au matériel de traction.

Ce sont là deux enseignements qui méritent de ne pas être perdus. Il est à désirer que les comités techniques compétents prennent l'initiative de grandes recherches faites en commun. Sans doute, des missions françaises en Amérique peuvent apporter la lumière. Mais c'est là un travail d'information plutôt qu'un travail d'études et de recherches techniques. De tels travaux ne peuvent se faire sans une organisation spéciale, disposant de crédits importants et soumis à une direction technique qui choisit les sujets d'étude, provoque les expériences, les contrôle et les publie pour le bien commun.

D'autre part, il y aurait une réelle utilité à construire une voie ferrée indépendante susceptible d'être affectée à des essais. Il faudrait que cette voie eût une longueur suffisante pour que des lignes télégraphiques et téléphoniques de construction variée puissent être établies dans son voisinage. Là pourraient se faire de premières constatations, sans que l'exploitation télégraphique et téléphonique effective eût à en souffrir elle-même. Sur ces lignes, prolongées au besoin par des lignes artificielles convenables, on pourrait mettre les appareils les plus divers, que ce soient des systèmes télégraphiques rapides ou des bobines de

pupinisation ou des appareils de mesure. On pourrait varier les prises de terre, étudier aussi les phénomènes d'électrolyse. Il se peut que des voies ferrées d'essai existent déjà ; mais ce qu'il faut, ce n'est pas seulement la voie elle-même, mais l'entourage ; il faut des lignes de télécommunication disponibles et il faut que tout cet ensemble aboutisse à un laboratoire convenablement outillé en matériel et en personnel. Il conviendrait aussi que ce fût une installation permanente ; car le temps respecte peu ce que l'on fait sans lui et il faut au travail intellectuel l'assistance de la durée et de la continuité.

J'ai déjà fait quelques missions à l'étranger et chaque fois en revenant, je me demandais : Pourquoi les études qui ont été faites à l'étranger n'auraient-elles pas été faites en France ? Il nous faut un laboratoire national pour galvaniser toutes les initiatives latentes et pour mettre la recherche technique en honneur ; donc une institution permanente avec un budget spécial.

Par exemple, il n'y a, à présent, pour les manœuvres des trains à vapeur ou électriques, aucun moyen satisfaisant de communication entre la tête et la queue ou entre les diverses locomotives d'un même train. On se sert de signaux visibles. On se sert du sifflet. On fait retomber l'avant du train sur la partie arrière dans les déclivités et là où les courbes ne permettent pas l'emploi de signaux visibles ; c'est ainsi que le mécanicien de tête prévient celui de la seconde locomotive sur une ligne minière aux États-Unis. Il est donc désirable de trouver un moyen de signalisation pratique. C'est une nécessité dont l'importance grandit avec la vitesse des trains et la puissance des locomotives.

Or il semble peut-être un peu compliqué encore de recourir à la télégraphie sans fil ; mais, comme on dispose, outre les locomotives, d'un conducteur naturel, qui est le fil de trolley lui-même, il paraît naturel, comme les Américains l'ont suggéré, de superposer au courant de traction un système de signalisation par courant de haute fréquence actionnant soit un téléphone, soit le télégraphe, et reproduisant soit la voix elle-même, soit simplement des signaux convenus. Il n'est pas douteux cependant, qu'il ne suffise pas d'émettre une pareille idée et qu'il

serait nécessaire de faire des études pour sa mise au point. Nous supposons que déjà la *General Electric Company* les a mises sur le chantier. Si les chemins de fer entreprenaient des essais de cette nature, il y aurait évidemment à examiner avec soin l'influence sur les lignes de l'Administration des Postes et Télégraphes longeant la voie ferrée. En France même, M. Parodi a pris d'intéressants brevets pour cette application de la T.S.F. à la signalisation.

9° INTERFÉRENCE ENTRE LES LIGNES DE TRANSPORT DE FORCE ET LES LIGNES OU CIRCUITS TÉLÉGRAPHIQUES OU TÉLÉPHONIQUES.

Les meilleurs renseignements qu'on a sur ce sujet se trouvent dans le mémoire de M. J.-B. Taylor : *Telegraph and telephone systems as affected by alternating current lines*, dans les comptes rendus de l'Institut américain des Ingénieurs électriciens (vol. 28, 1909, p. 1169), et dans le mémoire plus récent de H. S. Warren : *Inductive effects of A. C. Railroads on communication circuits* (vol. 37, 1918, p. 1019).

Il y a aussi à examiner la discussion résumée dans le vol. 28, partie 2, pages 1216 à 1252. Y ont pris part MM. Chabert, Scott, A. W. Copley, W. S. Murray, Charles P. Steinmetz, I. C. Nicholson, I. C. Barclay, A. E. Cook, Frank F. Fowle, A. S. Richey and Sewell Cabot.

Il n'a jamais été nécessaire de faire aucun changement de circuit ni aucun réarrangement au voisinage de la traction par courant continu. Il y a eu quelques cas de troubles légers sur le téléphone. Ces troubles étaient dus à des harmoniques de denture, produits par les générateurs pourvus de pôles de commutation. Cette difficulté a été aisément surmontée par l'emploi de shunts résonants de faible importance, aux deux sous-stations d'alimentation voisines. Dans le cas de deux générateurs en série, on a pu faire disparaître le trouble par un calage convenable dans le couplage. Il convient alors de faire coïncider le milieu d'une encoche sur un générateur avec le milieu d'une dent sur le générateur accouplé. Cela a pu être fait en usine. Mais le

boulonnage ne permet pas toujours d'effectuer la rectification de l'accouplement après coup. Ce déphasage sur l'arbre commun des deux induits permet d'éliminer le léger bruit dû aux harmoniques de denture. Il est d'ailleurs certain que, si l'attention des constructeurs est appelée sur ce point et si les conditions des cahiers des charges sont faites en conséquence, il leur sera facile, par exemple en inclinant légèrement les barres sur la direction longitudinale, de faire disparaître ces harmoniques gênants.

On a éprouvé des troubles graves sur les divers systèmes de traction électrique par courant alternatif, et il a fallu faire subir bien des changements, bien des additions à ces installations pour essayer de diminuer le plus possible les troubles d'induction. Les tentatives les plus énergiques et les plus sérieuses sont celles qui sont dues aux ingénieurs du chemin de fer *New York, New Haven and Hartford Railroad and Norfolk and Western railway*. Il y a lieu de consulter à ce sujet l'*Electric Railway Journal*, vol. 43, 1914, pages 60 à 66.

Il est impossible d'énumérer tous les dispositifs ou tous les projets qui ont été faits pour se délivrer de l'induction, et bien des systèmes qui promettaient n'ont donné que des résultats douteux.

Un grand nombre d'Ingénieurs américains paraissent être arrivés à la même conclusion que quelques-uns de leurs collègues d'Europe et à penser que le moyen le plus sûr de surmonter ou d'éviter l'induction sur les fils de télécommunication, c'est d'écarter ces derniers fils à une distance suffisante de la voie ferrée, hors de la zone d'interférence, ou de les mettre sous terre. Il n'est pas facile d'apprécier exactement l'importance des remaniements du réseau des compagnies Bell qui ont pu être dus à cette cause. L'*American T. and T.* (qui est leur organe d'étude) tient *a priori* la balance égale entre les différents systèmes d'électrification. De plus, la traction par courant continu n'a été réalisée jusqu'à présent que dans une zone où les compagnies Bell n'ont pas un réseau serré à proximité des voies ; il est donc naturel qu'à défaut d'expérience étendue, l'*American T. and T.* ne se prononce pas en faveur d'un mode de traction qui, bien que

présentant actuellement des avantages certains, lui réserve peut-être des difficultés dans l'avenir.

Il faut bien comprendre en effet que, si le courant continu de traction ne trouble pas une communication télégraphique aujourd'hui, peut-être rendra-t-il demain impossible l'emploi d'un dispositif plus sensible ou plus délicat que ceux qui sont en service à l'heure actuelle. D'un autre côté, il suffit que le nombre des trains augmente, que le tonnage à remorquer exige une puissance plus grande, et aussitôt les courants qu'on avait jugés inoffensifs prennent une ampleur inquiétante. Aujourd'hui, nous ne constatons pas de phénomène d'électrolyse, mais que demain nous ayons besoin de poser un câble sous plomb à proximité de la voie et nous pourrions peut-être regretter d'avoir obéi à un sentiment de sécurité injustifié.

Pour que des fils télégraphiques, pour que des circuits téléphoniques qui ne sont pas trop voisins des fils de trolley pour courant alternatif simple ou de leurs fils d'alimentation puissent devenir inexploitable, il convient d'employer des palliatifs connus, tels que, en première ligne, la multiplication des sous-stations de transformateurs, les transformateurs intercalés dans la voie ou les transformateurs-suceurs, la distribution à trois fils, etc. Dans d'autres cas, nous le répétons, il y a lieu d'écarter ces fils de téléphone ou de les enterrer, ce qui entraîne de gros frais. Mais entre Philadelphie et Paoli, où sont donc les fils aériens ?

10° CONSTATATIONS D'AUDITION.

D'autre part, il y a parfois, à proximité des fils du trolley, les fils d'exploitation eux-mêmes des circuits téléphoniques du chemin de fer. C'est ce que j'ai vu dans le voisinage de Cos Cob. Mais alors, j'ai toujours constaté une induction épouvantable. C'est là une constatation regrettable, car il est certain que, ces circuits étant d'importance vitale pour l'exploitation du chemin de fer, ils sont parfaitement entretenus et les croisements y ont été l'objet de soins tout particuliers. Et cependant, malgré ce bruit, ces circuits étaient utilisés. Je n'hésite pas à dire que

jamais un abonné français ne se serait accommodé d'un bruit pareil. Mais il faut observer ici que les correspondants ont à se communiquer des renseignements dont ils savent par avance la forme sinon la teneur, et que d'autre part ils se connaissent l'un l'autre. Ajoutez à cela la longue pratique, qui rend possible ce qui est irréalisable sans entraînement spécial, la nécessité qui oblige à faire les efforts voulus pour recevoir une communication dont on sait d'avance qu'elle est importante et urgente, et la patience du caractère national. C'en est assez pour expliquer le maintien d'un état de choses qui ailleurs serait intolérable.

Ce n'est pas sans un certain étonnement que dans la banlieue de Chicago nous avons été emportés par un train électrique à des vitesses de 100 kilomètres à l'heure. Il y avait évidemment des secousses dans les voitures. Mais malgré cette marche extrêmement rapide, le trolley ne déraillait pas et cependant le fil de trolley n'était pas installé avec la suspension caténaire et il n'y avait pas d'étincelles à la prise de contact. J'en conclus que, dans bien des cas, la suspension caténaire n'est pas aussi indispensable qu'on pourrait croire, mais que c'est à la condition d'avoir un bon système de trolley. Il se peut donc qu'une partie des effets fâcheux d'induction qui se produisent sur les lignes des environs de Paris tiennent uniquement à l'imperfection du système de trolley. Et voilà encore une des raisons qui me font dire que, malgré les constatations faites en Amérique de l'absence d'induction due au courant de traction continu, on ne peut rien conclure au sujet de l'application qui en sera faite en France. Ce sera toujours du courant continu; mais il y a continu et continu, suivant la manière de l'employer. D'où encore la nécessité d'une voie d'essais et d'expériences contradictoires.

Ces essais et expériences contradictoires ne se confondent d'ailleurs nullement avec les travaux de laboratoire du *Joint Committee* dont j'ai préconisé la fondation. En effet, dans les essais et expériences contradictoires, les participants représentent des intérêts déterminés et ne peuvent faire abstraction des instructions administratives qu'ils ont reçues, tandis que les expérimentateurs du laboratoire de recherches et d'études tech-

niques sont chargés de trouver la vérité, sans se préoccuper aucunement des conséquences économiques ou contentieuses. Ils s'occupent de science appliquée, et non pas d'administration. Mais il est utile que les membres soient empruntés aux administrations intéressées, simplement à cause de l'avantage du travail en commun de toutes les compétences.

La traction par courant continu haute tension qui fonctionne si bien aux États-Unis utilise le voltage de 3.000 volts. Il semble donc, à première vue, que rien n'empêche en France d'adopter une tension aussi élevée : plus la tension sera élevée, plus la traction sera économique. Mais c'est à une condition, c'est que les moteurs électriques qui seront fournis aient la même construction que les moteurs américains et qu'ils ne leur cèdent en rien, non seulement dans les essais, mais encore dans la pratique suivie. Il faut qu'ils aient la même endurance. Il faut, par exemple, qu'on ne craigne pas d'adopter les isolements au mica, là où ce sera nécessaire. Et si j'insiste sur ce point, c'est que, d'autre part, au point de vue de la protection des lignes télégraphiques et téléphoniques, il me paraît y avoir une certaine importance à employer un voltage aussi élevé que possible. Sans doute le prix de l'isolation sera plus considérable pour la compagnie du chemin de fer, mais en revanche, l'induction sur les fils voisins sera moins à craindre. C'est qu'en effet, dès qu'on dépasse un certain écartement, l'effet électromagnétique, c'est-à-dire celui qui est dû à l'intensité du courant perturbateur l'emporte sur l'effet électrostatique qui est dû aux capacités mutuelles. Le champ électrostatique varie plus rapidement que le champ électro-magnétique avec la distance, et par suite, c'est l'intensité qui est à craindre. Or cette intensité sera d'autant plus faible que le voltage sera élevé, pour la même puissance à envisager. Le voltage de 3.000 volts est donc préférable à celui de 2.400 volts.

Je suppose que cet effet explique l'absence d'induction au démarrage qu'il m'a été donné de constater sur la ligne du Chicago-Milwaukee-Saint-Paul. Nous visitâmes une sous-station ; notre train spécial était arrêté à proximité. Quelques membres de la mission, n'ayant pas terminé la visite détaillée

de la sous-station, décidèrent d'y rester jusqu'au soir. On profita de cette circonstance pour écouter sur la ligne téléphonique qui suivait la voie ; et on n'entendit aucun bruit particulier au moment du démarrage du train. Or c'était là une constatation des plus intéressantes, car, comme on voyait le train démarrer, on était sûr de ne pas être trompé sur le moment à consacrer à l'écoute. J'ai d'ailleurs écouté, pendant des heures, sur le fil du *train dispatcher* (chef du mouvement des trains). J'ai toujours entendu un certain ronflement, mais je n'ai jamais constaté de variations au moment des démarrages, que je me faisais indiquer par le train dispatcher lui-même. Cependant j'ai été heureux d'avoir ensuite une confirmation plus directe de ce fait. Il m'a beaucoup surpris. On entend tellement bien les démarrages des tramways, sur les lignes téléphoniques de la banlieue de Paris ; à quoi peut tenir la différence ? Peut-être à ce que, le voltage étant plus haut, l'intensité était moindre. Peut-être aussi à la différence de construction des moteurs et de la prise de contact. Quoi qu'il en soit, je rapporte le fait tel quel.

Tout autour de San Francisco, il y a un important réseau de traction à courant continu. J'ai pu écouter sur des lignes locales et sur les lignes interurbaines. L'ingénieur du chemin de fer qui nous faisait écouter paraissait très satisfait. J'avoue que je l'étais beaucoup moins. Tout ce qu'on peut dire, c'est que la communication était possible.

Mais ici, il faut remarquer une particularité, c'est que les téléphones des compagnies téléphoniques américaines sont extrêmement sonores. Je ne sais pas si la netteté de l'articulation est aussi bonne que dans les téléphones employés en France. Je ne sais pas non plus si ce volume de la voix ne provient pas de l'adoption de la batterie centrale universelle. Toujours est-il que l'abonné a l'habitude de tenir le téléphone à une certaine distance de l'oreille. Que dis-je ? Il y est obligé même par les claquements qui s'y font fréquemment entendre et qui blessent le tympan. Mais aussi, en revanche, dès que l'oreille se trouve portée à une certaine distance, le bruit continu qui bourdonne sur la ligne perd de son importance et la voix se détache mieux. N'y

aurait-il pas quelque expérience à faire à ce sujet en France? Les constructeurs d'appareils d'abonnés sont-ils d'accord avec les fabricants de multiples à batterie centrale? A-t-on des résultats contrôlables? Encore une fois, cette mission nous apporte moins des solutions toutes faites que des façons nouvelles d'envisager des problèmes peut-être anciens.

La question se pose d'ailleurs: Qu'est-ce qu'un bruit gênant? Comment remplacer par une mesure ce qui, au premier abord, est une simple impression? Pour résoudre le problème, il faut se reporter aux travaux de M. H. S. Osborne, ingénieur à l'*American Telephone and Telegraph Company*. Il est clair qu'un son de faible fréquence troublera peu l'audition; il est en dehors de l'échelle des sons qui constituent la voix humaine et il est de ceux pour lesquels la sensibilité de l'oreille est faible. Il en est de même pour des sons très élevés. Si donc je considère un courant parfaitement harmonique, le trouble qu'il produira par interférence sera, pour une intensité efficace donnée, une fonction de sa fréquence. Cette fonction de la fréquence a pu être déterminée par des expériences ayant une certaine précision. Un tableau a été établi; un appareil a été construit; des règles ont été posées et le Comité mixte les a approuvées. Nous croyons qu'il y a lieu de se reporter à ces travaux si l'on veut remplacer des impressions subjectives incontrôlables et variables par des indications numériques déterminées (1).

J'ai indiqué que, sur la ligne du *train dispatcher* courant le long de la voie ferrée électrifiée en courant continu à 3.000 volts, on entendait un bruit continu assez élevé. Cependant ce bruit ne gêne nullement le *train dispatcher*. La raison en est que, lorsque des communications téléphoniques sont échangées sur ce circuit, la voix a, la plupart du temps, un volume incomparable; l'on est absolument obligé d'écarter le

(1) Voir: Règles générales suivies aux États-Unis pour protéger les lignes téléphoniques, contre les lignes triphasées, par M. l'ingénieur Valensi (*Ann. des P. T. T.*, déc. 1918, p. 581); et Review of Work of Sub-Committee on wave-shape standard of the Standards Committee, par H. S. Osborne (*Proceedings of the A. I. E. E.*, vol. 38, 1919, p. 1).

téléphone de l'oreille ; dans la salle où opère dans l'isolement le *train dispatcher*, les téléphones sont fixes et pourvus de grands cornets acoustiques de 40 centimètres de long. Les appareils fonctionnent en haut parleurs. Il ne m'a pas été possible de savoir exactement le montage. Je croyais que c'étaient des mégaphones, mais on m'a dit que non. Il serait nécessaire de demander officiellement à la compagnie des renseignements plus détaillés, si l'on estime que la question en vaille la peine.

Le bruit est un bruit facile à analyser. On reconnaît tout d'abord le bruit extrêmement monotone et constant qui provient des lignes d'énergie triphasées. Sur ce bruit qui ne gêne nullement, vient se superposer un son qui correspond à l'harmonique 22. La hauteur de ce son a été déterminée par comparaison à l'oreille avec un instrument à anche étalonné. De plus, il correspond à des dentelures visibles sur les oscillogrammes. La cause en est connue. Nous l'avons déjà indiquée. C'est la denture des génératrices des sous-stations. Comme ces génératrices sont calées sur le même arbre que les moteurs à courant alternatif, il en résulte qu'il y a un rapport entre la fréquence de ce courant alternatif et celle du passage des lames de collecteur sous les balais des dynamos à courant continu. Ce n'est pas une harmonique du courant alternatif lui-même qui se fait entendre. A ce bruit vient se superposer le bruit provenant des moteurs de traction et de l'archet. On peut dire que le bruit se partage sans doute par moitié entre la ligne d'énergie et la ligne du trolley. Le bruit de la ligne de trolley est extrêmement constant. Cependant il subit à de certains moments une variation, pour passer à une autre valeur constante. Autant qu'il a été possible de s'en rendre compte, cette variation se produirait au moment où le train passe d'une section alimentée par une sous-station déterminée à une section alimentée par une autre sous-station. Enfin on n'a pas pu entendre de bruit de démarrage, bien qu'ayant été prévenu à plusieurs reprises du moment où il allait s'en produire un.

Pour atténuer le bruit qui provient du passage des lames sous les balais, la Société du téléphone a mis, sur les génératrices

des sous-stations, des shunts résonnants qui sont très efficaces. Certainement l'intensité est réduite au quart ou même à moins, comme l'ont montré certains oscillogrammes avec ou sans le shunt résonnant. On peut donc dire que, pour l'exploitation courante, ces shunts ont donné de bons résultats. Et cependant, ils ne nous paraissent pas un remède bien sûr. C'est qu'en effet il faut qu'ils soient accordés sur une fréquence déterminée, et, si par hasard les conditions de fréquence de la ligne à haute tension viennent à varier légèrement, ce qui paraît vraisemblable puisque les charges des sous-stations peuvent être soumises à de grandes variations et que les réglages ne peuvent être rigoureusement instantanés, il en résulte qu'ils perdent alors beaucoup de leur efficacité. Je crois qu'il faut condamner tous les dispositifs, quels qu'ils soient, qui supposent l'invariabilité de la fréquence. Et la ligne d'énergie elle-même ne peut-elle être aussi le siège de petites oscillations de fréquence ?

Admettons cependant que la fréquence soit inaltérable ; le dispositif devrait encore être rejeté. C'est que, s'il se produit un court-circuit sur la ligne du trolley, les condensateurs qu'il comporte forment avec les inductances du circuit parcouru par le court-circuit un circuit oscillant. C'est par suite de la présence de ces condensateurs que les oscillogrammes des forces électromotrices induites sur les fils voisins montrent des oscillations de l'harmonique 22 qui s'exagèrent et font monter le voltage instantané maximum au double de ce qu'il serait si l'on avait négligé l'installation des shunts résonnants. C'est pourquoi je suis d'avis qu'il ne faut pas tolérer de machines ayant des harmoniques de denture gênants, sous prétexte qu'on pourrait remédier à cet inconvénient par des shunts résonnants convenablement calculés ; car, si en marche normale ceux-ci ont l'efficacité voulue, ils ont en revanche l'inconvénient, pendant les périodes de régime variable, de produire des oscillations fâcheuses du voltage induit.

Nous remarquerons encore qu'il ne suffit pas d'examiner les courbes de courant, car, si dans la courbe de courant il existe un harmonique de rang élevé et de faible intensité, $A \sin \omega t$,

dans l'expression de $M \frac{di}{dt}$, nous avons le facteur ω qui intervient, et l'harmonique, peu sensible sur la courbe d'intensité, est d'autant plus dangereux que sa fréquence est plus grande, en ce qui concerne l'induction sur les fils du réseau téléphonique.

11° DANGER D'INCENDIE.

Bien que le courant continu haute tension ne gêne pas l'exploitation télégraphique, il ne faut pas croire que toute inquiétude soit écartée. Si le danger ne provient pas de la ligne de traction elle-même, il peut provenir de la ligne d'énergie. C'est ainsi que, dans un des bureaux télégraphiques de la compagnie de chemin de fer que nous avons visité, nous avons pu voir à proximité du tableau d'entrée de fils, dans le fond de la salle, sur le coin d'une table de relais, des extincteurs d'incendie; et, comme nous demandions la cause de cette mesure de précaution, on nous dit que le bureau avait été incendié par un accident qui avait causé un court-circuit entre la ligne haute tension et les fils télégraphiques. C'était, nous a-t-on dit, un accident matériel causé par une voiture. Mais le chef de bureau ne manifestait pas une grande confiance en ces extincteurs; quand les étincelles partent d'un appareil à un autre, les employés, disait-il, commencent par prendre la porte; et l'extincteur risque fort de rester sans emploi au moment critique.

Mais il y a à distinguer principalement deux sortes d'interférence: celle qui trouble l'exploitation et celle qui cause un péril pour les installations et notamment pour les grands bureaux centraux à commutateurs multiples employés en téléphonie. Là surtout le danger est grave. La multiplicité des fils, jointe à leur concentration, oblige à les serrer les uns contre les autres, et l'accident survenu à l'un d'eux risque de se propager. D'autre part, ces bureaux sont pourvus d'un personnel nombreux d'exploitation, très impressionnable; que des accidents puissent se produire, cela a été malheureusement démontré par un certain nombre d'exemples retentissants, soit en France, soit

à l'étranger. Il faut donc éviter toutes les inductions de voltage élevées qui sont susceptibles de produire à l'intérieur du bureau des court-circuits, des étincelles, et d'engendrer des incendies. Mais les compagnies de traction à qui les ingénieurs du service téléphonique font part de leurs légitimes appréhensions, n'ont pas l'air en Amérique de beaucoup s'émouvoir, se contentant de faire observer que, si la ligne de traction peut engendrer des forces électromotrices induites élevées dans le cas d'un court-circuit sur la ligne de trolley, les voltages ainsi produits sur les lignes téléphoniques ne dépassent sûrement pas ceux que les décharges orageuses peuvent engendrer. Or c'est là une éventualité que le service téléphonique doit prévoir et, s'il a fait le nécessaire pour se préserver de ce péril, il se trouvera en même temps prémuni contre l'autre danger. Que faut-il donc pour que l'on soit à l'abri des coups de foudre?

Il faudrait avoir un paratonnerre efficace. Pour qu'un paratonnerre soit sensible, il faut qu'il laisse passer le courant quand le voltage de la ligne atteint une valeur aussi faible que possible pourvu qu'elle soit supérieure aux voltages ordinaires de l'exploitation. Pour que, malgré cette sensibilité, l'exploitation ne soit pas troublée constamment, il faut que la décharge qui a traversé le paratonnerre ne le détériore pas; il convient que le paratonnerre puisse laisser passer alors un courant d'une intensité aussi grande que possible. Enfin, il faut qu'on n'ait pas besoin de le réarmer. Je ne crois pas que la solution soit encore trouvée. Je dirai seulement que la *G. E. Co* a étudié des paratonnerres fondés sur l'emploi du cohéreur; que la télégraphie militaire française a étudié avec succès des tubes à vide de fabrication spéciale qui répondent à toutes les exigences, mais dont la construction est difficile, délicate et coûteuse; leur instantanéité de fonctionnement n'a pas non plus, que je sache, fait l'objet de recherches scientifiques et de mesures précises. L'*American Telegraph and Telephone Co* a essayé, au bureau de Philadelphie, des tubes à néon; mais elle y a renoncé. L'électrification du gaz résiduel produirait un retard à la décharge. C'est là un phénomène qui mériterait d'être examiné

de plus près. Il varierait sans doute avec la pression du gaz à l'intérieur de l'ampoule et avec l'écartement des électrodes. Quoi qu'il en soit, ce genre de protecteurs mérite d'être étudié. Actuellement, l'encombrement est aussi une gêne pour les bureaux centraux. Cependant l'*American T. and T.* emploie un dispositif standard qui donne de bons résultats ; mais l'écartement des deux extrémités du fusible, qui est déjà considérable, n'est peut-être pas encore assez grand pour que toute possibilité d'établissement d'un arc soit évitée d'une façon certaine. La question reste donc ouverte. Et il est certain que cette recherche devra faire l'objet des travaux de nos services d'études. Le problème a une importance pratique considérable, et il est probable qu'un système qui donnerait satisfaction serait, aussi, rémunérateur pour l'inventeur en raison du grand nombre des objets à fournir.

Il existe aux États-Unis un service de recherches général qui rend les plus grands services à la science et à l'industrie. C'est le *Bureau of Standards*. Il a, en particulier, étudié les dispositifs de protection, et les publications qu'il a faites sur ce sujet méritent d'être étudiées. Elles peuvent servir de guide pour des recherches analogues en France. Ajoutons que, dans certains États, les dispositifs de protection préconisés par lui sont devenus réglementaires.

Il y aurait peut-être aussi un autre moyen de pallier le danger. Ce moyen est coûteux, mais le précédent ne l'était pas moins. Il nous a été suggéré par la visite des multiples semi-automatiques. Sans doute, il y a encore un personnel nombreux dans ces bureaux ; on peut cependant admettre que, dans le mode d'exploitation adopté en France, le personnel téléphoniste, le personnel dames, le plus impressionnable, serait fortement réduit. D'autre part, quand on examine les salles affectées aux mécanismes, on voit que pour mettre ces mécanismes en mouvement on est obligé d'avoir recours à des courants de très forte intensité, d'intensité plus considérable même que les courants télégraphiques ordinaires ; il y a de petits moteurs de type industriel, les bâtis sont en fer, etc. Tout l'ensemble est prévu pour de fortes intensités. Et, par conséquent, toutes ces salles,

qui doivent être assez spacieuses, sont à l'abri de tout risque d'incendie. Il y a, je crois, dans le câblage d'un semi-automatique, une moindre accumulation de fils très rapprochés les uns des autres ; les faisceaux de fils voisins se dirigent dans des directions variées. La sécurité doit être plus grande. Donc, à notre avis, la généralisation des systèmes semi-automatiques pourra diminuer les risques d'incendie dans les bureaux.

Une autre mesure, qui pourrait être adoptée, ce serait l'emploi d'un isolement plus fort. Celle-là encore serait fort coûteuse. Mais elle paraît nécessaire. Et, en effet, si nous envisageons le fonctionnement du dispositif de protection de l'*American T. and T.*, on nous a dit qu'il était très efficace si le voltage n'était pas trop élevé, ou si au contraire il était assez haut pour que l'on fût sûr qu'il fonctionnât, mais qu'il y avait une zone dangereuse dans les environs de 500 volts. Or c'est là un ordre de grandeur qui peut très bien être atteint dans le cas d'un court-circuit sur une ligne de traction. C'est le cas dans le voisinage de la traction monophasée de Philadelphie Paoli. On a facilement 100 volts. Que fait alors l'ingénieur des téléphones ?

La première précaution qui a été prise était bien simple. On a organisé à grand frais un service de garde de nuit. Puis on y a renoncé, la dépense étant trop élevée. En revanche, on a organisé un service d'essai, de façon à vérifier l'isolement de tous les fils. La méthode a été étudiée avec soin, puis un appareil a été construit et les mesures peuvent s'effectuer avec rapidité. On mesure d'abord l'isolement sous courant continu à faible voltage (100^v). Puis on applique 500 volts ; on fait trois essais, le premier de 2 secondes, le second de 6 secondes, le troisième de 10 secondes. Or 5 % des essais révèlent un défaut. On voit par là avec quels dangers permanents on est obligé de vivre. Les points faibles sont très variés ; on en trouve aux condensateurs, auprès des bornes des relais ou dans les premières spires, dans les endroits où les fils ont été trop serrés les uns contre les autres. Chaque défaut relevé donne lieu à l'établissement d'un petit schéma et d'une feuille de rapport. Cette auscultation se fait d'une façon continue ; elle permettra d'améliorer peu à peu

l'installation et de reconnaître tous les points faibles dans le câblage ou dans le groupement d'appareils d'un multiple. Cette routine est aussi utile au service d'exploitation qu'instructive pour le service de fabrication, lequel peut difficilement apprécier les modifications lentes que le matériel éprouve avec l'âge.

Si donc la traction électrique vient à se généraliser en France, il sera sans doute de bonne administration de créer un service spécial d'essais, qui éprouvera les diverses installations en cours de durée. Pour qu'on puisse réellement tirer des résultats tous les renseignements qu'ils comporteront, il sera bon, à mon avis, que ce soit le même expérimentateur qui fasse les essais dans les différents bureaux. Lui seul avec ses aides pourra savoir par la pratique les mesures de précaution à prendre pour que les essais faits avec un voltage dangereux ne soient pas eux-mêmes une cause de destruction.

12° INTERRUPTEUR A RUPTURE INSTANTANÉE.

Ainsi donc, au point de vue de la sécurité, c'est le court-circuit qui est à craindre. Mais le court-circuit peut se produire aussi bien sur une ligne à courant continu que sur une ligne à courant alternatif, et, pendant la durée du court-circuit, le courant continu cesse lui-même d'être continu. A ce point de vue, le courant continu n'a point *à priori* d'avantage sur le courant alternatif.

Cependant nous devons dire que les moyens employés par la G. E. C^o pour empêcher le courant de court-circuit de prendre une intensité dangereuse, se sont révélés très efficaces dans les expériences qu'il a été possible de faire à Érié et en ligne courante. L'invention consiste en un interrupteur à rupture brusque qui ouvre le circuit à la sous-station, de façon à introduire des résistances, avant que l'intensité de court-circuit ait atteint une valeur excessive. Immédiatement après, le circuit est complètement coupé par l'interrupteur ordinaire. Comme le courant de court-circuit augmente avec une rapidité considérable, il faut que l'interrupteur brusque ait fonctionné pen-

nant la première partie du régime variable, à un moment où l'intensité n'a encore que le quart tout au plus de la valeur qu'elle atteindrait en fin de compte s'il n'y avait pas d'interrupteur. Le fonctionnement est instantané. Le courant cesse de croître au bout d'une durée égale à 0,007 seconde. Ce résultat est obtenu de la façon la plus ingénieuse. Le couteau, qui est sollicité par de puissants ressorts, est néanmoins maintenu au contact par attraction magnétique. Et c'est au courant lui-même qu'on demande d'opérer la désaimantation nécessaire pour que les ressorts l'emportent de nouveau. Comme le courant de court-circuit est d'une grande intensité, il suffit de faire passer le circuit principal par une barre qui traverse la masse polaire, pour que le champ magnétique produit par le courant de ligne au moment du contact acquière en temps voulu l'intensité démagnétisante critique qui permet aux ressorts d'agir. L'attraction magnétique déterminée par une bobine auxiliaire permet un moyen de réglage. Lorsque le couteau s'ouvre, des résistances sont intercalées et bientôt après l'interrupteur ordinaire agit à son tour. Le dispositif est complété par un système de protection appliqué à la dynamo génératrice pour y éviter la production d'un coup de feu circulaire. Tout cela est fort bien décrit dans les notices spéciales de la *G. E. Co* (1).

Nous avons pu, aux ateliers de la *G. E. Co* à Erié, assister à des expériences, consistant dans l'enregistrement de courants de court-circuit et de courants induits. Deux oscillographes à trois équipages chacun étaient en service simultanément et reliés par une transmission mécanique qui rendait leurs déclenchements et leurs mouvements solidaires. Une centaine d'oscillogrammes ont été ainsi obtenus. Leur analyse complète demandera une étude spéciale. Cependant, tels qu'ils sont, ces oscillogrammes donnent à première vue des renseignements très précieux.

Tout d'abord le temps est marqué par l'enregistrement même d'un courant alternatif à 60 périodes. Le courant principal au

(1) Notamment : Protection from Flashing for D. C. Apparatus, by S. S. Linebaugh and S. L. Burnham (*G. E. Review*, juillet 1918).

moment du court-circuit s'élève brusquement; au bout d'un centième de seconde et demi il atteint son maximum, puis se met à décroître, et prend, au bout d'un intervalle de temps égal, la valeur constante à laquelle il est limité par l'introduction des résistances. Cette intensité est environ moitié de la valeur du maximum atteint précédemment. Le courant se maintient à cette intensité jusqu'au moment où s'opère la rupture du circuit par les moyens ordinaires, par l'appareil ordinaire de la sous-station.

Ainsi donc il n'y a aucun doute sur la réalité de la rapidité de fonctionnement obtenue. C'est un point acquis. Il est clair qu'une installation à courant continu haut voltage qui ne serait pas munie de ces interrupteurs extra-rapides n'offrirait aucune sécurité. Car l'intensité de court-circuit, en l'absence d'un de ces interrupteurs (que l'on pourrait tout aussi bien appeler des limiteurs), prendrait une valeur double ou triple, et il en résulterait à coup sûr des inductions dangereuses.

Maintenant, si nous examinons ce qui se produit sur un fil induit télégraphique placé dans le voisinage, nous constatons une première oscillation dans un sens pendant que l'intensité croît, puis une seconde oscillation en sens contraire pendant que l'intensité décroît. Enfin, au moment de l'ouverture définitive du courant principal, il y a encore un effet d'induction, mais de moindre importance.

Il résulte de là que nous avons une oscillation complète aller et retour en trois centièmes de seconde. Si une force électromotrice varie avec cette rapidité, le courant qu'elle engendrera dans un appareil télégraphique pourvu de relais ayant une certaine inductance sera d'une intensité bien diminuée. L'effet de la seconde partie de l'onde vient détruire l'effet de la première partie, de sorte que l'action balistique est nulle si les pièces mécaniques à mouvoir ont une certaine inertie. Enfin trois centièmes de seconde font une durée de l'ordre de grandeur d'une positive suivie d'une négative sur un quadruple Baudot. Ces considérations expliquent sans doute le fait qui a été constaté par l'un de nous que les trois courts-circuits que nous avons fait faire en ligne

courante aient été sans aucune influence sur le fonctionnement de l'appareil printing de la *Western* qui était placé sur une ligne parallèle à la ligne de traction sur un parcours commun de plus de 200 km.

Tout d'abord les oscillations continues qui font trembler légèrement les tracés que nous venons de décrire sommairement ont manifestement la fréquence de l'harmonique 22, et elles doivent être dues à ce que nous avons appelé les *harmoniques de denture*; ou, ce qui revient au même, elles sont dues à ce que l'effet du collecteur ne produit pas un courant continu, mais la superposition d'un courant continu et d'un courant alternatif de faible intensité ayant pour fréquence la fréquence du passage des lames de collecteur sous les balais de la machine.

Ensuite il y a, aux moments que l'on reconnaît pour ceux du fonctionnement des interrupteurs, des oscillations rapides dont la fréquence est différente. Ces oscillations peuvent avoir tantôt leur maximum et tantôt leur minimum au moment où le courant principal atteint le sien; il résulte, de cette discordance entre les phases de variation des deux phénomènes, que parfois le voltage induit se trouve réduit et parfois augmenté par la présence de cette oscillation. Dans certains cas, il peut être doublé. Quelle peut être la cause de cette oscillation? On avait proposé d'allonger le fil de trolley, afin de voir comment varierait la période du phénomène avec les constantes du circuit. Mais l'expérience fut bien plus facile à faire. Il a suffi d'enlever le shunt résonnant. Alors, d'une part, on a vu les harmoniques de denture prendre une valeur plus importante, ce qui justifie l'insertion normale de ce dispositif; d'autre part les courbes de voltage induit ont perdu leurs dentelures. Ainsi donc le phénomène était dû à la présence du shunt résonnant et des oscillations propres du circuit au moment d'un changement de régime. A ce moment, le shunt résonnant, qui en temps normal est d'un utile secours, peut accroître le danger dans une certaine proportion. Il l'accroît en ce qui concerne le maximum de voltage induit. Mais en ce qui concerne l'action sur les électro-aimants des appareils télégraphiques, il n'y a évidemment aucune crainte à avoir, la

période étant quatre fois plus courte que celle du voltage induit principal lui-même.

Il résulte de là que le mieux serait évidemment de pouvoir se passer des shunts résonnants. C'est un problème que l'électro-technique a déjà résolu. Mais de tout ceci, je tirerai la conclusion que, si un système quelconque de traction électrique vient à s'imposer en France, il sera nécessaire que les influences caractéristiques du système sur les circuits télégraphiques voisins soient étudiées par des relevés oscillographiques. Seuls ces relevés oscillographiques pourront faire voir si, en dehors des causes de trouble que l'on a pu prévoir avant la construction, il ne s'en produit pas d'autres qui n'avaient pas été mis en ligne de compte. Le fonctionnement des interrupteurs doit entrer dans cette étude.

13° QUELQUES INCONVÉNIENTS DU COURANT ALTERNATIF.

Se passe-t-il quelque chose d'analogue pour le courant alternatif? Sur les lignes du Philadelphie-Paoli, l'interrupteur coupe en une durée très courte; il fonctionne en six périodes, soit en un tiers de seconde environ. La rupture brusque est le vrai remède contre les dangers de court-circuit. C'est déjà quelque chose d'obtenir une limitation de la durée du court-circuit à un tiers de seconde. La Société Westinghouse a aussi des interrupteurs extra-rapides. Mais, tandis que nous avons eu abondamment des oscillogrammes relatifs aux courts-circuits en courant continu, nous n'avons pu en avoir aucun relatif aux courts-circuits en courant alternatif. Nous avons bien vu des oscillogrammes pris par l'American T. and T., mais on n'y voyait pas de rupture brusque. La solution n'est peut-être pas impossible à trouver; on conviendra cependant que la nature du courant elle-même empêche d'utiliser les mêmes procédés qu'avec le continu.

Il est non moins nécessaire sur l'alternatif que sur le continu d'avoir une rupture brusque du circuit avant que l'intensité du courant ne soit montée à une valeur dangereuse. Par exemple,

sur la ligne de Paoli, la situation était la suivante. Il y avait sur la ligne, au début, un assez grand nombre de boosters. Mais, le nombre des trains ayant augmenté, l'intensité requise s'est accrue; et alors, en raison de l'impédance apparente des transformateurs de la sous-station, qui était excessive et atteignait $2\omega,5$, il se manifesta une baisse exagérée du voltage, dont la conséquence était un ralentissement dans la marche des trains. Il en résulta des difficultés d'exploitation, et c'est pour les vaincre que l'on installa en bout de ligne un *rotating condenser*, dispositif dont l'idée était due à Alexanderson, mais dont le calcul, dans ce cas d'application, fut fait par M. Fortescue. Toutes les sous-stations fonctionnent en parallèle. Il se produit donc, en cas de court-circuit, un débit important, qui varie notablement d'ailleurs suivant le point où il s'établit. Le rotating condenser a pour effet de maintenir le voltage en dépit de l'intensité, et par suite, en cas de court-circuit, il est tout fait pour augmenter le mal. En un point, par exemple, où le débit de court-circuit atteignait 5.000 ampères avant l'insertion du rotating condenser, l'intensité s'élevait à 15.000 ampères après sa mise en service.

Or ce mal en engendra un autre. C'est que le fer des boosters n'avait pas été calculé en prévision d'intensités aussi considérables, et l'on eut à compter avec les variations de la perméabilité magnétique; il y eut alors exaspération de l'harmonique trois, au grand dam de tout le réseau téléphonique, bien que ce réseau fût souterrain. Les sonneries étaient actionnées à 4 milles de distance. Et un seul court-circuit agissait parfois sur mille sonneries. On comprend toute la contrariété qui pouvait en résulter pour les malheureux abonnés appelés au milieu de la nuit et le trouble encore plus grand du bureau téléphonique qui voyait surgir instantanément une armée formidable de demandes d'explication.

L'une des causes qui aggravent ces dérangements, c'est la présence d'un nombre considérable de *party-lines*. Dans ce dispositif, plusieurs abonnés (quatre, en général) sont groupés sur le même circuit. La conversation se fait en circuit fermé. Quant

au mode d'appel, il varie suivant les installations; mais dans la plupart des cas, il utilise le circuit de terre. Or quand un voltage induit trop élevé se produit sur l'ensemble des deux fils du circuit en parallèle, le courant induit traverse le paratonnerre. Le plus souvent, à cause de quelque dépôt de charbon, il laisse après lui une certaine conductibilité et cela suffit pour que les relais d'appel soient actionnés.

Pour éviter les faux appels, on a été obligé de désensibiliser les sonneries polarisées; on donne quelques tours à la vis de réglage qui sert de butoir de repos à l'armature; cette palette y est appliquée sous l'action du ressort antagoniste et on la force ainsi à prendre une position inclinée. Une sonnerie ainsi agencée est dite *biased*.

On pourrait aussi remédier à l'inconvénient en adoptant, au lieu du système semi-sélectif, le *full selective*. C'est ce qui a été fait dans certaines Bell Companies. Mais ailleurs le directeur, qui a peut-être plus d'audace ou d'autorité sur l'opinion publique de ses abonnés, s'en tient par raison d'économie au semi-sélectif. La distinction de l'appel entre les abonnés associés sur une même *party-line* se fait alors par un nombre déterminé de coups isolés ou de coups doubles isolés, également espacés.

Les boosters augmentant les troubles au lieu de les atténuer, on les a supprimés et on les a reportés sur l'autre branche électriée. Les essais ont montré qu'il convenait de les monter en série avec le booster déjà existant auquel on les associait, et non pas en parallèle avec lui.

L'effet du troisième harmonique est très fort, justement parce que, dans la force électro motrice induite, l'harmonique correspondant du courant se trouve triplé, comme je l'ai déjà fait remarquer. Nous avons vu des oscillogrammes qui montraient ce dangereux effet.

Un fait bien remarquable, c'est que les troubles que je relate se sont produits sur un réseau souterrain. Ce n'est donc pas eux qui sont la cause de la mise en souterrain; celle-ci était déjà un fait acquis. Pourquoi donc l'administration téléphonique a-t-elle pris cette mesure de mettre son réseau sous terre? C'est que

L'État de Pensylvania impose un droit de 5 dollars par an et par mille pour tout fil aérien. Et la Bell Company a voulu échapper à cette redevance. Ailleurs le réseau est aérien : c'est que l'État intéressé n'a pas pris de disposition semblable. Naturellement la Bell Company a contesté le droit de l'État ; il y a procès ; il est, en effet, bien difficile pour des entreprises comme les chemins de fer ou les télégraphes et téléphones, qui sont des services de liaison longitudinale et non d'occupation territoriale locale, de s'accommoder de législations différentes aux différentes sections de leurs voies et de leurs lignes. Il est douteux cependant qu'elles obtiennent satisfaction, tellement il est admis que les États sont souverains chez eux. J'ai déjà rapporté l'obligation que l'État de Michigan impose aux chemins de fer de s'électrifier sur le territoire de Chicago.

On peut alors se dire que la *Pensylvania Railroad Co* n'aurait peut-être pas tenté son électrification par courant alternatif si elle n'avait pas cru, bien à tort d'ailleurs, que le champ était libre par suite de l'absence de tout fil aérien. C'est pourquoi l'exemple de cette compagnie, qui passe pour la compagnie standard aux États-Unis, n'est sans doute pas à imiter dans ce cas particulier.

Les boosters ont donc été supprimés ; mais alors il se trouve qu'on a, en permanence, sur les circuits téléphoniques souterrains, des voltages induits de 100 volts, et il en résulte un état permanent de danger.

Comme le chemin de fer est décidé à continuer l'électrification jusqu'à Pittsburg, il y aura là une expérience intéressante à suivre. De gros problèmes se poseront, car on n'aura plus un réseau téléphonique déjà protégé par sa mise en souterrain.

On m'a signalé le cas d'un court-circuit, à Bryn Mawr, d'une ligne n'ayant qu'une longueur de 60 mètres, qui croise la voie à angle droit, et où les relais ont fonctionné. Les lampes de postes ont été allumées. La traversée à angle droit semblait devoir éviter les effets d'induction ; mais il se peut que les terres aient joué un rôle dans le phénomène.

Les courts-circuits ne sont pas toujours inoffensifs : on nous a parlé d'un procès en cours à propos d'un incendie. Mais il semble

que les administrations intéressées ne cherchent pas à envenimer leurs litiges et elles espèrent davantage de la collaboration des ingénieurs. C'est une commission spéciale qui a étudié et élucidé le rôle du rotating condenser.

Sur la branche de Chestnut Hill, il y a une grande ligne souterraine téléphonique; les troubles ont été moindres. Il y a trois raisons concordantes : 1^o le tracé est plus écarté de la voie ferrée; 2^o les sous-stations sont plus rapprochées; 3^o le trolley est « sectionalisé ».

14^o QUELQUES REMÈDES.

L'effet de la saturation magnétique, qui a exagéré les troubles des lignes à courant alternatif sur les lignes du réseau téléphonique, doit nous donner à réfléchir. Il montre, en effet, que les dispositifs tels que les boosters, qui ont pour effet pratique de rapprocher les points d'alimentation et qui ont été calculés pour une certaine intensité prévue, peuvent devenir inefficaces et même nuisibles lorsque les conditions d'exploitation viennent à changer et nécessitent l'emploi d'intensités plus considérables.

C'est ce même effet qui a été la cause de l'enlèvement de dispositifs de protection employés sur les fils télégraphiques dans le voisinage du réseau monophasé de la *New-York New-Haven and Hartford Company*. Ces dispositifs avaient été imaginés par le professeur Scott, dont la compétence a été particulièrement mise à contribution par la Société Westinghouse. Ils consistent à faire passer les divers fils télégraphiques par des transformateurs à enroulements multiples qui comprennent aussi un enroulement relié à un fil d'équilibre, de façon que les voltages induits en ligne courante par le fil de traction soient contrebalancés par les forces électro-motrices d'induction mutuelle nées dans le transformateur sous l'action du courant qui parcourt le fil d'équilibre. On conçoit qu'on peut faire en sorte que, dans des conditions déterminées, l'induction en ligne et l'induction localisée dans le transformateur puissent se compenser l'une l'autre. On peut même s'arranger de façon que le

fil d'équilibre lui-même ne soit pas retiré du service d'exploitation. Mais on voit aussi qu'un pareil agencement exige un calcul préalable, et qu'il devient inopérant si pour une raison quelconque on s'écarte des données admises. Il n'est plus possible de faire aucune modification sur les circuits télégraphiques ; il n'est pas possible non plus de modifier la ligne de traction. Bien plus, celle-ci étant nécessairement parcourue par des courants variables, et les fils télégraphiques eux-mêmes étant tantôt parcourus par des courants et tantôt à l'état neutre, la perméabilité du fer du transformateur est constamment variable et l'efficacité du dispositif devient problématique. A l'une des séances de l'*American Institute of Electrical Engineers*, la réussite complète de ce système avait été avancée, mais au cours d'une séance ultérieure cette affirmation a été fortement combattue. En tout cas, le dispositif Scott, qui, dans certaines conditions particulières peut être un palliatif, ne s'est pas généralisé.

Ce qui indique bien l'importance des interférences à craindre entre la traction monophasée et les réseaux téléphoniques, c'est qu'à Philadelphie même, où pourtant le réseau téléphonique est en câbles souterrains, la Compagnie Bell a affecté un ingénieur, et non l'un des moindres, uniquement au laboratoire et à l'étude de la question des interférences.

Il faut noter encore, comme se rattachant à cette question de la saturation magnétique, que les troubles peuvent avoir des conséquences très graves lorsqu'il s'agit de lignes pupinisées. Il faut, en effet, pour que la pupinisation soit bonne, que la perméabilité magnétique reste invariable ; or, si l'un des fils du circuit est affecté d'un défaut d'isolement dans quelque paratonnerre par suite d'un effet d'induction, le déséquilibre qui en résulte permet des intensités de magnétisation anormales et la bobine se trouve mise hors de service. La réparation est délicate, problématique et coûteuse.

On sait que, malgré toutes les difficultés que l'on prévoit, la *Pennsylvania RR. Co* projette l'extension de son réseau jusqu'à Pittsburg. Or sur cette section le réseau de télécommunica-

tion est aérien. Il va donc falloir étudier les croisements d'une façon tout particulièrement soignée. Il ne suffira pas de se dire que l'on a fait les croisements d'une façon correcte à des intervalles exactement prédéterminés ; il faudra encore, surtout dans le voisinage des lignes d'énergie à haute tension, équilibrer parfaitement les effets électro-statiques. Un procédé qui permet de faire sur place, de section en section, la détermination expérimentale du point exact de croisement a fait l'objet d'un brevet de M. Mouradian. Nous le signalons. Nous croyons avec lui qu'il faudra peut-être déplacer les points de croisements quelquefois de quelques mètres seulement. On voit quel travail d'ajustement le service téléphonique aura à faire.

Parmi les causes qui viennent aggraver la situation, il convient de citer la neige. Dans bien des cas, les fils télégraphiques ont été écartés de la voie, afin de ne pas gêner l'exploitation du chemin de fer par des chutes de poteaux ou de fils lors de rafales de neige. Dans d'autres cas, il a été constaté que la neige s'insinuait, ne fût-ce que par les orifices d'aération, et qu'elle venait produire des courts-circuits dans les transformateurs à 11.000 volts placés sur la locomotive. Dans les lignes de montagne en France, pareille éventualité serait peut-être à craindre.

Dans d'autres circonstances, on a pu éviter des troubles par un meilleur schéma des circuits téléphoniques. Par exemple, pendant l'attente, l'un des fils du circuit est à la terre, l'autre est en relation avec un relais dont l'autre extrémité est à la terre. Les deux brins n'ont pas la même résistance, et par suite la même force électro-motrice y engendre des courants différents. On a amélioré la situation en intercalant dans le brin à la terre quelques tours de fils en argent allemand, représentant une résistance égale à celle du relais mais un nombre d'ampères-tours négligeable.

Pour se rendre compte à chaque instant des effets d'induction qui peuvent se produire le long de la voie ferrée de Paoli, la *Pensylvania RR. Co* a installé à Philadelphie un appareil enregistreur. C'est un voltmètre dont une extrémité est à la terre et

dont l'autre extrémité est reliée, par une résistance de 500 ohms à une armature d'un condensateur dont l'autre armature est mise en communication avec un fil témoin, courant le long de la voie, sur une longueur de 25 milles et mis à la terre du côté de Paoli. Ce fil permet à tout instant d'avoir une trace des incidents qui peuvent se produire sur la voie. Il mérite d'être retenu et imité.

Un jour, par exemple, on a constaté 247 volts induits, voltage excessif; on a recherché la cause: c'est qu'une section de la ligne, au lieu d'être alimentée par les deux bouts, ne l'était que par un seul, en raison de travaux de peinture à l'autre sous-station.

Nous avons là encore un exemple de la façon précaire dont agissent les moyens de protection employés sur le courant alternatif monophasé; ils reposent toujours sur une certaine compensation d'effets qu'un incident banal d'exploitation empêche d'exister à un moment donné et alors reparaissent tous les troubles et tous les dangers.

Dans les bureaux télégraphiques de la *Western Union*, c'est en employant des shunts résonnants qu'on atténue sur les fils télégraphiques les actions du courant monophasé. Mais il faut noter qu'en général, sur les circuits américains, les administrations de télégraphe et de téléphone emploient des voltages beaucoup plus élevés qu'en France et que les courants d'induction sont réduits du fait de l'intercalation de nombreux postes exploités sur le même fil en courant continu.

Le courant continu lui-même constitue un élément de sécurité, puisque au repos il évite les faux appels dans une certaine mesure, car il faudrait que la force électro-motrice induite engendrât un courant supérieur au courant de repos.

A Philadelphie, j'ai pu écouter sur un circuit qui comprenait sur l'un des brins un télégraphe imprimeur multiplex et sur l'autre brin un morse duplexé. J'ai trouvé le bruit peu sensible.

On remarquera que, sur les câbles américains, il y a au centre des fils disponibles: ces fils sont extrêmement utiles pour les

mesures, pour les essais de capacité, etc. C'est sur eux qu'on peut intercaler des voltmètres enregistreurs pour connaître l'intensité des voltages longitudinaux induits, notamment ceux de l'harmonique trois en triphasé et surveiller les incidents d'exploitation.

Une des précautions les plus intéressantes qui aient été prises par la Bell Company dans le voisinage de la traction monophasée de la région de Philadelphie a consisté à se servir des câbles du réseau téléphonique souterrain pour tracer une carte de la répartition des voltages dans le sol et à comparer ensuite cette carte à celle qu'on aurait pu établir *a priori* d'après la position des sous-stations. La répartition des lignes d'égal potentiel dans un sol homogène est assez bien connue théoriquement, mais toutes ces lignes subissent des déformations dont la cause a pu, en général, être trouvée. En particulier, la présence des grosses conduites d'eau d'alimentation les a déformées d'une façon curieuse et conforme aux prévisions. Or ces cartes ont le plus grand intérêt, parce que, suivant les voltages moyens observés, on a recours à des moyens plus ou moins drastiques pour se préserver. Dans une certaine zone, on se contentera d'avoir des sonneries *biased* ; dans une autre, plus exposée, on aura recours au *full selective*.

Dans bien des circonstances, il est probable que les différences instantanées de voltage aux prises de terre ont causé de faux appels qu'on attribuerait difficilement aux effets d'induction.

D'autre part, en formant des boucles avec des fils d'abonnés, de façon à aller du bureau central en un même point par deux voies essentiellement différentes, on a pu déterminer l'influence due à l'induction qui s'exerçait sur la boucle en raison de sa surface et se rendre compte de l'importance des effets dus aux prises de terre.

Une pareille étude n'est pas directement utilisable dans une autre région. On voit seulement là un procédé intéressant de suivre l'influence des lignes d'énergie sur le réseau téléphonique et d'en déterminer les causes. Quand une pareille carte de vol-

tages est tenue à jour à peu près, elle peut révéler aussi les défauts d'entretien des installations industrielles et avertir d'y faire exécuter en temps utile les réparations nécessaires.

15° ÉLECTROLYSE.

On ne nous a pas signalé de phénomènes d'électrolyse, ni du côté de la traction par courant alternatif, ni du côté de la traction par courant continu haute tension, ce qui se comprend dans le premier cas par la nature même du courant dans une certaine mesure, et dans le second par la nature des régions traversées : les villes y sont rares et tout y est bien disséminé.

La carte des voltages dont je viens de parler avait été établie dans une zone d'électrification monophasée ; mais dans une zone électrifiée par courant continu une telle carte serait au moins autant nécessaire.

Nous n'avons obtenu aucun renseignement sur l'électrolyse du côté du Milwaukee Saint-Paul. A vrai dire, il eût été difficile d'en rien conclure, car les phénomènes d'électrolyse dépendent de la nature du sous-sol et du tracé des grandes canalisations métalliques qui y sont enfouies. C'est donc, dans chaque cas d'espèce, une étude spéciale à faire.

Au point de vue du chemin de fer, c'est une question de joints et de précautions à prendre pour les entretenir et empêcher les volts et les vols ; mais, en raison des conditions spéciales du tracé de la voie ferrée en cause, il n'a pas été possible de savoir quel genre de protection il y aurait lieu d'employer sur les conduites métalliques elles-mêmes.

Le *Joint Committee* a cependant édicté certaines règles concernant l'électrolyse.

16° QUELQUES EXPÉRIENCES.

Nous avons noté aussi des études faites par des ingénieurs de la Compagnie télégraphique pour déterminer l'influence que l'interférence du courant alternatif avait sur la vitesse qu'on pouvait donner à un appareil imprimeur du genre du Baudot,

le *Morkrum*. On constate que cette vitesse doit être réduite lorsque l'interférence augmente.

Il serait utile de faire en local des expériences analogues sur l'appareil Baudot, soit au moyen d'une force électro-motrice d'induction qu'on ferait agir en un point du circuit, soit plutôt en examinant la réduction de vitesse compatible avec une différence donnée de voltage entre la pile positive et la pile négative. C'est ainsi qu'opérerait le télégraphiste, qui nous a renseigné, considérant que le courant induit équivalait à l'introduction d'une force électro-motrice de courte durée favorisant soit le positif soit le négatif. Il y a évidemment, dans ces conditions, une relation entre la vitesse possible pratiquement et l'importance du déséquilibre des piles.

Pour tout ce qui concerne la traction monophasée, nous avons été réduits aux renseignements contenus dans le bulletin de la Société des ingénieurs électriciens, aux études de M. Taylor et de M. Copley, et aux documents de l'*American T. and T.* Mais, pour la traction par courant continu haute tension (3.000 volts), nous avons provoqué des expériences spéciales auxquelles nous avons assisté. Ces expériences se divisent en deux catégories : celles qui ont été faites en laboratoire et dont j'ai déjà parlé, et celles qui ont été faites en ligne.

Le programme général a été établi au cours d'une conférence tenue à Schenectady qui réunissait des représentants de la *G.E.C°* de l'*American T. et T.* et de la *Western Union Telegraph C°* ; les expériences d'enregistrement oscillographiques, qui ont porté sur près de 100 courts-circuits, ont été faits dans le laboratoire et sur la voie d'essai des ateliers de la *G. E. C°* à Erié, sous la direction effective de Mr. L.T. Robinson, à qui il m'est agréable d'exprimer ici, pour ces travaux d'une importance théorique et pratique considérable, mes meilleurs remerciements.

Les expériences d'Erié ont montré que les courts-circuits avaient, sur les paratonnerres des circuits téléphoniques voisins, des influences tantôt perturbatrices et tantôt réparatrices ; il pouvait se faire qu'il y eût quelque trace de poussière de charbon entre les deux blocs du paratonnerre et qu'un heureux court-cir-

cuit eût pour conséquence de supprimer cette dérivation conductrice, par exemple en la volatilissant ou la brûlant. Les résultats ont été extrêmement variés et il n'y a pour le moment d'autre enseignement à en tirer que celui-ci, c'est qu'il faut se méfier beaucoup de l'efficacité des paratonnerres et de leur état d'isolement. Cela confirme l'idée que j'ai émise plus haut, que l'étude d'un bon paratonnerre doit être poursuivie plus que jamais. La question reste ouverte.

Ces expériences devaient aussi permettre de déterminer l'action des terres, mais elles n'ont fourni rien de bien certain pour plusieurs raisons, c'est que les longueurs de ligne étaient insuffisantes, que les connexions des voies ferrées entre elles et avec d'autres voies d'embranchement auraient eu besoin d'être vérifiées au préalable, et enfin qu'une sorte de carte des voltages du sous-sol avant expérience n'avait pas pu être faite.

Quoi qu'il en soit, j'ai admiré l'habileté avec laquelle on avait réglé les deux oscillographes associés et leurs quatre équipages à chacun ; je ne parlerai pas des divers réglages nécessaires, et qu'il faut parvenir à faire tenir simultanément malgré les échauffements. Les très nombreux oscillogrammes relevés ont été analysés plus haut en gros. Le fonctionnement de l'interrupteur rapide donne bien ce qu'on est en droit d'attendre de lui ; le dispositif contre les coups de feu est efficace. De ce côté il y a, je le répète, tous les apaisements possibles.

Il restait à faire les essais de courts-circuits en ligne ; mais le transport et le réglage des oscillographes aurait été une grosse affaire ; il aurait fallu immobiliser pendant longtemps un assez grand nombre de spécialistes. Le temps matériel faisait défaut et nous avons dû nous contenter d'un programme réduit. L'*American T. and T.* devait prêter des appareils. Les essais devaient se faire du côté de Deer Lodge.

Mais, par suite de quelque malentendu, le voltmètre qui fut disponible était un voltmètre pour courant continu. Or, ainsi que je l'ai indiqué déjà, c'est dans un temps de l'ordre du demi-centième de seconde que l'induction produit une onde, constituée par une force électro-motrice positive suivie immédiatement

d'une force électro-motrice de sens contraire. Un appareil qui n'est pas extra-rapide subit les deux impulsions avant de s'être déplacé, et l'inertie les annule. Il y avait bien sur place un autre voltmètre enregistreur, mais il était à indications discontinues.

Il ne restait plus qu'à se servir d'un indicateur de voltages, mais qui n'avait pas encore été sanctionné par la pratique. Cet appareil nouveau, imaginé par l'A. T. and T., était constitué par une série de dix relais construits pour avoir une constante de temps bien inférieure au centième de seconde, et ils avaient été étalonnés par l'insertion de résistances sans inductance, de façon à répondre à des voltages échelonnés de 100 à 2000 volts ; ces relais extra-rapides faisaient fonctionner un relais différentiel, qui à son tour allumait des lampes.

A bien des reprises, en dehors des courts-circuits, les premières lampes se sont allumées sans qu'on en ait bien su la cause ; au moment du premier court-circuit, les lampes 1, 2 et 4 ont été actionnées ; au moment du second, les lampes 1 et 2 ; au moment du troisième, toutes les dix ont été actionnées. Il y avait 18 milles de parcours communs avec fils à la terre à une distance de parallélisme de trois à quatre mètres. Dans les autres, les fils étaient isolés à l'une de leurs extrémités.

Que peut-on tirer de ces constatations ? c'est qu'à des distances extrêmement courtes il peut y avoir un voltage induit dépassant 1000 volts ; il faut donc se protéger contre les dangers d'incendie.

En somme, en raison de l'incertitude de l'étalonnage de l'indicateur de voltage et des positions anormales des fils, on ne peut guère tirer de conclusion pratique de cet essai.

Mais, en revanche, on a pu faire une expérience d'exploitation parfaitement nette.

On a pu faire modifier le parcours d'un fil exploité au printing de la Western de manière à avoir une longueur de parallélisme considérable (168 milles) le long des emprises de la voie ferrée elle-même ; et M. l'ingénieur des Postes et Télégraphes Le Corbeiller, qui se trouvait à l'un des bureaux terminus, à Helena, où les courts-circuits lui ont été annoncés par téléphone, a constaté

qu'ils n'ont produit aucun effet d'aucune espèce : l'exploitation s'est poursuivie sans incident. D'ailleurs le fil est resté détourné de son parcours ordinaire pendant plus de huit jours et les procès-verbaux d'exploitation ne signalent rien. Au dire des télégraphistes, il y aurait eu même une légère amélioration générale provenant de ce que le conducteur avait maintenant quitté la nappe de fils qui comprenait d'autres imprimeurs de la Western et avait eu ainsi l'avantage d'être soustrait à leur induction.

Pour le réglage de la sensibilité de l'appareil exposé à l'interférence des lignes d'énergie, on reçoit le courant sur un appareil recorder et l'on peut prendre des moyens appropriés pour réduire le tremblement causé par le courant triphasé. A défaut du recorder, on peut se rendre compte de l'effet en sentant la vibration à la main.

Il serait bien utile de pouvoir refaire en France, le long d'une ligne d'essai, de pareilles expériences.

En ce qui concerne le téléphone, j'ai indiqué plus haut qu'il y avait sur la ligne du train dispatcher un bruit assez fort, dû pour moitié à la ligne d'énergie, mais incomparablement plus faible que la voix humaine pendant les conversations.

Telles sont les principales constatations que j'ai pu faire.

Elles sont nettement favorables au courant continu haute tension. Mais, comme je ne cesserai de le répéter, elles ne valent que pour les installations que nous avons visitées en Amérique, et les résultats que nous rapportons de là-bas, bien loin de nous dispenser de faire les essais analogues en France, doivent bien plutôt, à mon sens, être considérées comme un encouragement à suivre plus que jamais la question des interférences sur le terrain expérimental, quel que soit le système d'électrification auquel on se rallie en France.

C'est ainsi que l'électrolyse sera toujours à surveiller ; il faut remarquer cependant que l'emploi d'un voltage élevé est de nature à diminuer d'autant l'intensité du courant de retour et son rôle nuisible.

Parmi les documents que j'ai recueillis aux États-Unis, il y a lieu de mettre hors de pair la collection qui m'a été remise par

l'American Telephone and Telegraph C^o. Cette collection constituée par M. H. M. Trueblood, sous la direction de M. H. S. Osborne, se divise en deux parties. La première comprend les plus intéressants parmi les documents rassemblés par les ingénieurs de *l'American T. and T.* sur la question de la protection des lignes téléphoniques contre l'influence des lignes de traction, antérieurement au voyage de la Commission. La seconde rassemble les résultats bruts de l'importante série d'expériences faites au Laboratoire et sur la voie d'essais de la *General Electric C^o*, à Érié, en mai 1919. Elle comprend en outre le rapport préliminaire présenté par *l'American T. and T.* à la suite de ces expériences ; et enfin les rapports faits à la Western Union sur ces expériences et sur celles conduites dans l'État de Montana, en juin 1919, sur le parcours même de la ligne électrifiée du Chicago Milwaukee and Saint-Paul Railroad. On voit toute l'importance de cette collection de documents : pour le soin avec lequel ils ont été rassemblés, et la générosité avec laquelle ils nous ont été communiqués, je prie *l'American T. and T.* et ses Ingénieurs de trouver ici l'expression de mes meilleurs remerciements.

Parmi ce grand nombre de documents, les uns présentent un intérêt général et sont immédiatement utilisables ; ce sont ceux que nous avons traduits et annexés au présent article. Nous en donnons ci-dessous la liste avec un court résumé de chacun d'eux (1). Les autres se composent principalement de tables de données numériques et devront faire l'objet d'une étude plus approfondie.

Annexe 1. — Note sur l'efficacité des transformateurs-succurs (12 mars 1919).

Mesures faites en 1915 sur le Norfolk and Western et en 1916 sur le Pennsylvania R. R.

Réseau de courbes donnant le pourcentage de réduction du

(1). Ces traductions paraîtront ultérieurement dans les *Annales des P. T. T.*

voltage induit en fonction de la séparation et du nombre de transformateurs par mille.

Le mémoire insiste sur le petit nombre de données numériques que l'on a pu garder pour la construction des courbes :

sur le peu de valeur de ces courbes au point de vue quantitatif malgré la sélection des données ;

sur ce que les transformateurs peuvent devenir nuisibles s'ils sont trop saturés.

Annexe 2. — Données relatives aux chemins de fer électrifiés en courant alternatif et à l'emplacement des lignes téléphoniques voisines (10 mai 1919).

Cette note donne sur les chemins de fer électrifiés suivants :
New-York, New-Haven and Hartford, ligne principale ;

—	embranchement de New Canaan
Pennsylvania Railroad,	Philadelphia-Paoli
—	Philadelphia - Chesnut Hill
Norfolk and Western,	Bluefield-Vivian.

les renseignements suivants :

longueur, nombre de voies :

emplacement des transformateurs-suceurs ; leur constantes ;
spécifications de la voie ;

spécification des lignes électriques (trolley, feeders, etc.). On y a joint des schémas donnant les connections électriques et des cartes indiquant l'emplacement des lignes téléphoniques et télégraphiques voisines par rapport à la voie.

Annexe 3. — Note préliminaire sur les résultats des expériences faites à Erié, Penn., pour la Commission française (8 juillet 1919).

Cette note présente quelques considérations générales sur les expériences d'Erié ; elle expose une méthode de calcul du coefficient d'induction mutuelle du circuit de trolley et du circuit téléphonique exposé, basée sur l'étude des oscillogrammes et donne quelques coefficients calculés d'après cette méthode.

Annexe 4. — Troubles apportées par les lignes de traction électrifiées (1^{re} série d'expériences faites aux Usines de la General Electric C^e à Érié, Penn.).

Rapport sur les expériences d'Érié, fait à la Western Union par l'un de ses Ingénieurs ; il donne des détails sur la disposition matérielle de l'usine, des voies, etc...

Annexe 5. — Troubles apportés par les lignes de traction électrifiées (2^e série d'expériences faites sur le Chicago Milwaukee and Saint-Paul Railroad, sur la section Harlowton-Avery).

Rapport présenté à la Western Union comme le précédent. Il rend compte en détail de l'expérience qui consista à faire fonctionner un télégraphe imprimeur multiplex sur un circuit exposé sur une longueur de 169 milles à l'influence de la ligne électrifiée du C. M. and St Paul et de la ligne à 100.000 volts qui lui fournissait l'énergie ; expérience qui fut couronnée d'un plein succès.

LE MATÉRIEL TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉPHONIQUE DE L'ARMÉE AMÉRICAINE

repris par l'Administration française des Postes et Télégraphes.

L'Administration des Postes et Télégraphes a acquis à des conditions remarquablement avantageuses la totalité du stock de matériel télégraphique et téléphonique que l'armée américaine avait constitué en France pour la guerre.

Lorsque l'état-major américain débarqua, en juin 1917, pour l'étude de l'organisation en France de la participation américaine, le « Signal Corps », c'est-à-dire le corps chargé de la conduite en campagne des télégraphes, téléphones, aéroplanes et aérostats, se mit immédiatement en rapport avec l'Administration française des Postes et Télégraphes pour s'entendre au sujet des diverses installations électriques dont l'armée américaine aurait besoin.

La conférence télégraphique franco-américaine, instituée à ce moment, qui comprenait les représentants du Signal Corps, les représentants de la télégraphie militaire française et un fonctionnaire de l'Administration des Postes et Télégraphes, émit l'avis dès le 28 août 1917, sur la proposition de ce dernier, que les autorités militaires américaines recommandent à leur gouvernement de régler la reprise par le gouvernement français des installations télégraphiques et téléphoniques réalisées, en territoire français, par l'armée américaine, en même temps et sur les mêmes bases que la reprise des autres installations.

Les relations qui s'établirent entre les services américain et français amenèrent à constater que le Signal Corps disposait en France d'un matériel considérable et de toute première qualité avec lequel il ne tarda pas à établir et à exploiter, dans des conditions parfaites, un réseau télégraphique et téléphonique cou-

rojetées par ce Corps.

vrant une grande partie de la France et reliant les avant-postes non seulement aux différents postes de commandement, mais encore aux dépôts les plus importants et même aux bases de débarquement et aux bureaux du ministère de la guerre en Amérique. La carte ci-jointe donne une idée de l'importance de ce réseau.

A la cessation des hostilités, le Signal Corps possédait dans ses dépôts en France un stock immense de matériel télégraphique et téléphonique non utilisé et proposa en conformité des vues de la conférence télégraphique et téléphonique franco-américaine mentionnée précédemment à l'Administration française des Postes et Télégraphes l'achat de ce matériel en bloc.

Étant donné l'étendue des dégâts que la guerre avait faits dans les provinces envahies, l'importance des travaux nécessités par la remise en état de notre réseau et présumant d'autre part que l'industrie française se trouverait fatalement, pendant quelque temps, dans l'impossibilité de satisfaire seule aux besoins, la proposition du Signal Corps fut acceptée :

Il convient de remarquer qu'à l'époque dont il s'agit, les autres Administrations françaises qui avaient reçu des offres analogues des différents services américains n'étaient pas parvenues à traiter.

La Direction de l'Exploitation Téléphonique, secondée par M. l'Ingénieur des Télégraphes Pelletier qui, en congé dans l'industrie depuis de longues années, avait tenu à reprendre du service à l'État dès 1914, réussit à préparer un traité remarquablement avantageux, après discussion des plus serrées.

1° Comptant le dollar au change de 5 fr. 45 (cours de mai 1919), *quelle que soit l'époque à laquelle aurait lieu le règlement*: Parmi tous les marchés franco-américains, celui des Postes et Télégraphes est le seul qui contienne cette dernière clause qui à elle seule réalise une économie de quarante millions environ.

2° Comportant une réduction de 15 % pour le matériel entièrement neuf sur les prix pratiqués en Amérique en 1917 (prix inférieurs à ceux de France à la même époque) et une réduction

supplémentaire proportionnelle au degré d'usure pour le matériel usagé.

Le montant total du matériel acquis dans ces conditions s'élève à cinquante-neuf millions.

Matériel téléphonique. — Relais téléphoniques. — Parmi les objets les plus importants, il y a vingt relais téléphoniques type Western dont le principe a été décrit, en 1917, dans le n° IV des *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*. Ces appareils sont de deux modèles : 1° des relais d'intercommunication insérés dans des dicordes de tableaux interurbains et destinés à améliorer les communications téléphoniques à longue distance empruntant plusieurs circuits ; 2° des relais embrochés d'une façon permanente sur les circuits téléphoniques de très grande longueur et destinés à améliorer la transmission sur ces circuits. Plusieurs relais américains de la seconde espèce sont déjà en service en France sur des lignes de l'Administration. Les autres, ainsi que tous ceux de première espèce, seront mis en service prochainement.

Quarante tableaux standards à batterie centrale et à batterie locale, dont quelques-uns sont des éléments de multiples à batterie centrale extensibles, des tableaux de charge pour accumulateurs, des bacs d'accumulateurs, des boîtes et meubles d'essais, des transformateurs de courant continu en courant alternatif d'appel (changeurs de pôles).

Douze mille tableaux de 4 à 12 directions pour réseaux à batterie locale.

Vingt à vingt-cinq mille appareils d'abonnés, mobiles ou muraux, à batterie locale ou à batterie centrale.

Des organes détachés : piles sèches, sonneries, organes de protection (paratonnerres, fusibles, bobines thermiques), bobines d'induction, transformateurs toroïdaux, condensateurs, cordons souples, fiches, magnétos, lignes artificielles pour relais téléphoniques, fil de répartiteur ou d'installation intérieure.

Enfin de nombreux appareils de mesures : ampèremètres, voltmètres, cross-talkmètres, localisateurs de dérangements sur les câbles, ponts de Wheatstone, etc...

Matériel télégraphique. — Onze appareils rapides multiplex du modèle Western-Union qui a été décrit dans les *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones* avec un lot important d'accessoires et pièces de rechange (perforateurs, mécanismes imprimateurs, relais, rhéostats, etc. . .).

Mille sounders et autant de manipulateurs.

Deux cent cinquante tableaux télégraphiques de 2 à 8 directions, deux tableaux à 40 directions.

Trente-cinq tables d'opérateurs, dont plusieurs à plusieurs positions.

Quinze mille piles, deux mille relais, des bobines d'induction, des étiquettes émaillées, etc. . .

Le *matériel de lignes* existe en quantités importantes. Dans le matériel d'usage courant se trouvent plus d'un million d'isolateurs de divers modèles, des consoles, des boulons, des écrous, du fil de cuivre et du fil de fer; en outre, un lot d'outillage d'un type non encore usité chez nous, très pratique, destiné à la mise en place des fils des lignes aériennes et des poteaux (en particulier plusieurs centaines de dérouleuses, du modèle signalé dans les *Annales*, qui permettent de placer plusieurs fils en même temps).

Dans le matériel des lignes souterraines, on trouve plus d'un millier de kilomètres de câble sous papier et plomb, du modèle compact sans circulation d'air de 1, 3, 10, 25, 50 et 100 paires. Ce stock rendra les plus grands services au moment où la pénurie de matières premières rend difficile la constitution des approvisionnements ordinaires et où des travaux importants sont nécessaires.

Des outils d'atelier parmi lesquels plusieurs dizaines de milliers d'outils à percer, des pinces, cisailles, scies de divers modèles, etc. sont dignes d'une mention particulière.

Appareil télégraphique multiplex américain

Par M. MERCY,

Commis principal au Poste Central Télégraphique de Paris.

L'appareil multiple américain est une variante du système imaginé par Baudot il y a plus de 40 ans. Cette variante diffère du type fondamental dans les modalités de réalisation, le principe initial restant le même.

Les différences que l'on peut constater entre les deux systèmes ne résident donc que dans les moyens employés pour parvenir au résultat final. On peut dire que le Multiplex américain et le multiple Baudot sont des solutions d'un même problème.

Les différences portent sur :

- 1° le mode de transmission ;
- 2° le mode de régulation du mouvement des balais du distributeur ;
- 3° le système correcteur des écarts de synchronisme ;
- 4° la réception.

La transmission est automatique. Une bande de papier est préparée dans un perforateur et passe ensuite dans un transmetteur automatique. Il y a autant de ces appareils que de secteurs en service, c'est-à-dire autant qu'on peut expédier de combinaisons pendant une révolution des balais.

Les trous pratiqués dans la bande par le perforateur déterminent sur la ligne des émissions de travail, l'absence de perforation provoquant des émissions de repos.

Les balais du distributeur sont mus par un moteur électrique dit moteur La Cour ou roue phonique, dont les deux enroulements inducteurs sont alternativement parcourus par des impulsions électriques, contrôlées par les vibrations d'un diapason. Les vibrations étant isochrones, le mouvement de rotation de l'induit

du moteur est d'une grande régularité. L'état vibratoire du diapason est entretenu par une bobine excitatrice.

Les discordances de phase dans le mouvement des balais des deux postes en relation sont mises en évidence à la faveur des nombreuses inversions de courant qui se produisent au cours des transmissions. Ce procédé est emprunté à P. Picard qui l'appliqua le premier au Baudot, en 1903, sur les câbles franco-algériens.

Deux couronnes supplémentaires sont nécessaires pour réaliser le dispositif; c'est pourquoi le distributeur américain est pourvu d'un plateau à huit couronnes, alors que celui du Baudot n'en comporte que six.

Pour que les inversions aient lieu même quand les transmetteurs ne fonctionnent pas, les courants de travail et de repos changent de polarité à chaque secteur.

L'exploitation du multiplex américain se faisant exclusivement par la méthode duplex, les couronnes ne possèdent pas de segments supplémentaires pour tenir compte de la propagation. D'autre part, la correction n'exigeant pas l'envoi de courants spéciaux de synchronisation, la couronne de transmission du quadruple américain, par exemple, n'est divisée qu'en 20 segments, tandis que le même type d'appareil dans le système Baudot est pourvu de couronnes à 24 ou 25 segments.

La correction des écarts de synchronisme se fait par deux procédés distincts, un procédé mécanique assez analogue à celui du Baudot et un procédé électrique. Ce dernier consiste à modifier la fréquence des vibrations du diapason en agissant sur le courant de la bobine excitatrice.

L'impression du message à l'arrivée a lieu sur page, comme sur une machine à écrire, et non sur bande. C'est au prix d'une grande complication qu'on est arrivé à ce résultat. Le traducteur est statique, c'est-à-dire que la roue des types ne tourne que lorsqu'une combinaison est reçue dans l'appareil. Il n'y a donc aucun synchronisme à établir entre le distributeur et les traducteurs qu'il alimente.

Nous allons étudier successivement : le perforateur, le trans-

metteur automatique et son annexe, le transmetteur auxiliaire; le système correcteur et la mise en phase; enfin les deux types de traducteurs actuellement connus en France.

PERFORATEUR

Les vitesses de régime qu'on peut prendre avec le multiplex étant susceptibles de varier, selon l'état du conducteur, entre 145 et 320 tours environ, il ne fallait pas songer à utiliser la transmission manuelle, comme au Baudot. En admettant même qu'il existe des opérateurs capables de travailler à raison de 300 coups de cadence à la minute, il leur serait impossible de passer, suivant les postes qu'ils auraient à desservir, d'une telle vitesse à une vitesse beaucoup plus petite. Le fait a été constaté et cependant il ne s'agissait alors que de passer de 210 tours à 180 ou à 165.

L'emploi de la transmission automatique, indépendamment du rendement qu'elle peut donner, permet d'aborder, sans inconvénient, de telles variations de vitesse; mais elle entraîne la composition préalable d'une bande perforée, au moyen d'un instrument appelé *perforateur*.

Le perforateur américain est d'une grande simplicité et paraît très robuste. Il se compose d'un clavier de machine à écrire, un peu différent du clavier dit universel, qui comprend 31 touches et une barre d'espacement. Chaque combinaison représentant tout à la fois un chiffre ou un signe spécial, et un caractère alphabétique, la plupart des touches portent l'indication de deux signaux. Cinq seulement n'ont qu'une seule attribution; ce sont les touches de l'inversion des chiffres, des lettres, de l'alinéa, du retour à la ligne et de l'espacement des mots. Une dernière touche enfin ne commande aucune perforation de combinaison, mais sert à faire avancer la bande perforée.

La touche de la lettre S, quand elle est actionnée après celle de l'inversion des chiffres, donne la combinaison mettant en action, au poste récepteur, le reperforateur automatique. La touche de la lettre F, dans les mêmes conditions, commande

l'arrêt de la reperforation. Celle de la lettre J met en action le timbre des signaux de service.

Les touches et la barre d'espacement sont placées à l'extrémité de leviers plats L (figure 1) faisant saillie hors de la boîte de l'appareil. A l'intérieur de celle-ci, les leviers de manipulation sont pourvus, sur leur tranche inférieure, de saillies leur permettant d'appuyer sur un ou plusieurs des six leviers transversaux, X, situés au-dessous. La figure montre la forme donnée à ces leviers. A chacune de leurs extrémités, ils sont munis d'en-

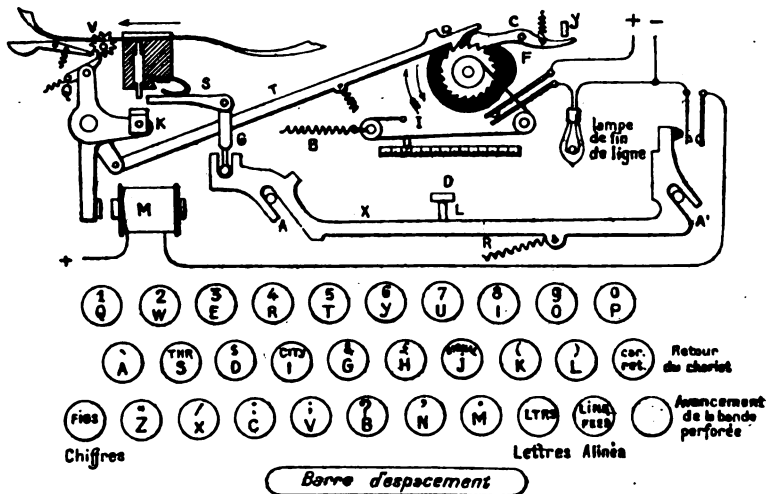


Fig. 1. — Perforateur.

coches obliques, à bords parallèles, dans lesquelles s'engagent des axes fixes. Cette disposition leur permet d'effectuer un mouvement de gauche à droite quand ils subissent une pression de haut en bas ; ils sont d'ailleurs ramenés au repos par un ressort antagoniste R, dès que la pression cesse. Cinq de ces leviers transversaux communiquent leur impulsion, au moyen d'une articulation à rotule, à cinq systèmes composés de deux leviers chacun, G et S, articulés à angle droit, de sorte que le mouvement oblique des leviers transversaux est transformé en mouvement horizontal pour les leviers S (leviers sélecteurs).

Lorsqu'ils sont déplacés de droite à gauche, ces leviers sélec-

teurs viennent se placer sous les extrémités de six poinçons de perforation P, pouvant se mouvoir, à frottement doux, dans un bloc métallique sur la surface supérieure duquel est appliquée, sous un volet, la bande à perforer; l'un des poinçons est plus long que les cinq autres, mais il est d'un diamètre plus petit et sert à la perforation de progression.

Toutes les fois qu'un ou plusieurs leviers transversaux sont abaissés, un contact électrique, situé à droite de ces leviers, est fermé automatiquement et complète le circuit de l'électro-perforateur M. En réalité, ce contact est fermé par l'action du sixième levier transversal, qui est mis en œuvre quelle que soit la touche abaissée.

L'armature de l'électro étant attirée, projette le marteau K vers les poinçons; mais, pour que ceux-ci subissent l'impulsion, il est nécessaire que les leviers sélecteurs qui leur correspondent soient déplacés de droite à gauche, de façon à s'intercaler entre le marteau et les poinçons. Il n'y aura donc que les poinçons correspondant aux leviers transversaux actionnés qui seront frappés par le marteau; les autres resteront hors d'atteinte. Exception est faite pour le poinçon de progression: celui-ci, étant plus long que les autres, est actionné à toutes les attractions de l'armature.

L'effort des poinçons découpe dans la bande des trous circulaires reproduisant les combinaisons du code Baudot.

L'armature de l'électro-perforateur porte également un cliquet faisant tourner, à chaque attraction, une molette V dont les dents s'engagent dans les petits trous de la perforation de progression, et la bande avance chaque fois d'environ un millimètre pour laisser place à une nouvelle perforation.

La réception se faisant sur page et non sur bande, il importe que l'opérateur connaisse la position relative du mot qu'il perfore dans la ligne imprimée par l'appareil récepteur; ceci lui permet de donner, en temps utile, le signal qui détermine le rappel du chariot portant le papier d'impression et le signal « à la ligne ».

Ce dernier signal produit le déplacement de la feuille de bas

en haut, de façon à décaler l'impression d'une ligne; mais le « rappel du chariot » l'entraîne latéralement de gauche à droite, pour que l'impression ait lieu à partir du commencement de la ligne.

L'opérateur est renseigné sur la position qu'occupera, dans la ligne d'impression, le mot qu'il prépare, par le déplacement d'un index I, sur une règle graduée d'autant de divisions que la ligne peut contenir de caractères ou d'espacements. La fin de la ligne est indiquée par l'allumage d'une lampe électrique rouge placée à gauche du clavier, sous les yeux du perforant.

C'est l'armature de l'électro-perforateur M qui commande ces deux fonctions, au moyen d'un bras auxiliaire articulé sur un long cliquet T, lequel agit sur un rochet possédant autant de dents que la ligne d'impression peut contenir de caractères. Le rochet avance ainsi d'une dent à chaque perforation; son retour en arrière est empêché par un cliquet de retenue C. Cependant ce retour en arrière tend constamment à s'opérer sous l'effort d'un ressort à boudin B, tirant, par l'intermédiaire d'une ficelle, sur un tambour solidaire du rochet. La ficelle, à mesure qu'elle s'enroule sur le tambour, par suite de la rotation du rochet (rotation dans le sens de la flèche simple), déplace sur la règle graduée l'index I qu'elle porte et distend de plus en plus le ressort B.

D'autre part, une came F, en matière isolante, solidaire du rochet et du tambour, vient fermer, lorsque l'index est à fond de course, un contact électrique établissant le circuit de la lampe rouge; celle-ci s'allume. A ce moment, les combinaisons « retour du chariot » et « alinéa » doivent être perforées.

Le levier de la touche « retour du chariot » est pourvu d'un taquet Y qui débloque le cliquet de retenue lorsqu'on abaisse la touche. Le cliquet de retenue soulevant du même coup le cliquet d'entraînement T, le rochet se trouve libéré et tourne rapidement en arrière (dans le sens de la flèche barbelée) sous l'effort du ressort antagoniste B : le tambour se dévide, l'index revient à zéro et la came F abandonnant le contact électrique, la lampe s'éteint.

L'impression en page exige que les erreurs de perforation soient corrigées sur la bande perforée, sans laisser de trace. Ce résultat est obtenu très simplement. Une petite pédale J, placée à gauche du clavier, permet de faire rétrograder la bande, en agissant sur la molette d'entraînement V.

Pour annuler l'erreur, on lui superpose la combinaison « lettres » qui est représentée par cinq trous (le maximum de perforation). Dans l'appareil récepteur, cette combinaison n'ayant d'autre effet que de provoquer la descente de la roue des types (ou le chariot, dans le modèle mécanique), aucun caractère n'est imprimé et aucun avancement du papier n'a lieu.

Si l'erreur s'est produite dans un groupe de chiffres, il faut, avant de reprendre, envoyer la combinaison « chiffres » pour rétablir la roue des types (ou le chariot) dans la position convenable. Dans les groupes de lettres, cette manœuvre n'est pas nécessaire et après l'annulation de la mauvaise combinaison, on continue la perforation des combinaisons qui doivent suivre. On corrige ainsi les erreurs dans le corps des groupes sans qu'il en reste aucune trace sur la copie d'arrivée; la fausse manœuvre n'occasionne donc qu'une perte de temps.

TRANSMETTEUR AUTOMATIQUE

Les émissions positives et négatives, composant une combinaison du code Baudot, sont expédiées sur la ligne par le transmetteur automatique. Le passage dans cet appareil de la bande perforée commande l'envoi d'un groupe de cinq émissions successives dont les polarités sont imposées par la présence ou l'absence de perforations.

Le transmetteur se compose essentiellement de cinq leviers de transmission L (fig. 2) pourvus chacun d'un ressort-contact rattaché à un segment de la couronne de transmission (3^e couronne du distributeur et pouvant osciller entre les vis-contact de deux réglottes T et R reliées respectivement, l'une à la batterie positive, l'autre à la batterie négative de ligne, chacune des batteries ayant à la terre le pôle inemployé.

Le levier de transmission est actionné par une sorte de goujon G, pourvu de deux saillies et d'une tête cylindrique suffisamment mince pour passer librement à travers les perforations de la bande. Le goujon est constamment sollicité de bas en haut

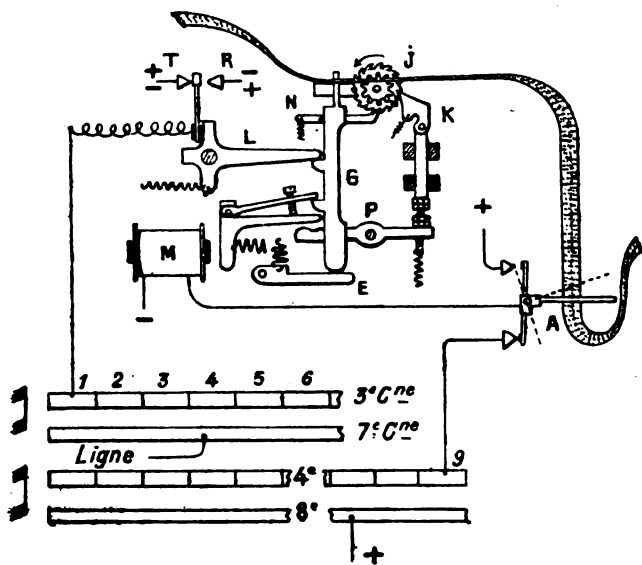


Fig. 2. — Transmetteur automatique.

par un levier de poussée E, sous l'action d'un ressort dont la tension est telle que la pointe du goujon ne puisse percer la bande de perforation, quand celle-ci ne présente pas de trous.

D'autre part, tous les goujons subissent simultanément un mouvement de haut en bas lorsque l'armature de l'électro-aimant M est attirée; l'attraction est provoquée par le passage d'un courant émis par un segment de la couronne des fonctions locales (4^e couronne). Ce segment est choisi de façon à ce qu'il soit placé presque immédiatement après le secteur de transmission intéressé (3 segments), afin de donner le temps nécessaire à l'exécution des différentes fonctions devant être accomplies par le transmetteur, avant l'arrivée du distributeur sur le secteur de transmission; savoir : abaissement des cinq goujons et, par suite, rappel des cinq leviers de transmission dans la posi-

tion de repos ; amenée d'une combinaison de perforations au-dessus des têtes des goujons, ascension des goujons dont la tête se trouve en face d'une perforation, ceux rencontrant les parties non perforées étant maintenus abaissés, en dépit de l'effort des leviers de poussée.

L'ascension d'un goujon provoque le soulèvement de la grande branche du levier de transmission correspondant et l'appui du ressort-contact sur la réglette de travail T. Il résulte de ceci que tous les ressorts-contacts dépendant de goujons soulevés émettent sur la ligne, lors du passage des balais du distributeur sur le secteur desservi, une émission de travail, alors que les goujons restés abaissés envoient le courant de repos.

Après la transmission de la combinaison, lors de l'arrivée du balai de la quatrième couronne sur le contact 9, une émission locale est opérée dans l'électro M ; les goujons sont ramenés vers le bas, ce qui rappelle sur la réglette de repos tous les ressorts-contacts ; en même temps, un levier P agit, de bas en haut, sur un cliquet d'entraînement K, qui fait avancer d'une dent le rochet et, par conséquent, la molette qui en est solidaire. Les dents de celle-ci étant engagées dans les perforations de progression de la bande, entraînent cette dernière, et amènent au-dessus des têtes des goujons la nouvelle combinaison à transmettre.

La position du rochet de progression est assurée par un cliquet de retenue N.

Lors du retour au repos de l'armature de l'électro M, la combinaison sera enregistrée par les leviers de transmission, et les ressorts de contact seront disposés de façon à la traduire par des émissions de polarité convenable, au moment du passage des balais sur le secteur desservi par le transmetteur.

Le perforateur et le transmetteur sont placés côte à côte, sur la même table, de façon que la bande sortant du premier appareil entre immédiatement dans le second.

Si le perforant se trouve en retard sur la transmission, il n'a pas à se soucier d'arrêter le transmetteur. La fonction s'accomplit automatiquement au moyen du levier coudé A dont la longue

branche vient s'appuyer sur la portion de bande située entre le perforateur et le transmetteur. Quand celle-ci n'est point fournie en quantité suffisante pour alimenter le débit du transmetteur, elle se tend peu à peu et finit par soulever le levier A, ce qui occasionne la rupture du circuit de l'électro du transmetteur et ce dernier s'arrête.

Pour éviter que la combinaison sur laquelle le transmetteur s'est arrêté ne soit expédiée à chaque révolution des balais pendant toute la durée de l'interruption, l'électro M reçoit, par suite du soulèvement du levier A, un courant continu qui provoque l'abaissement prolongé de tous les goujons ; les ressorts-contacts sont ainsi maintenus sur la réglette de repos jusqu'à ce que la chute du levier de commande A supprime le courant de blocage.

Dès que la perforation permet à la bande de se détendre, le levier A retombe par son propre poids, le circuit de l'électro M est rétabli, le courant de blocage interrompu et la transmission reprend au point même où elle a cessé précédemment.

Le levier A fait partie d'un appareil spécial, sorte de transmetteur auxiliaire, destiné à l'émission d'un nombre très restreint de signaux de service.

TRANSMETTEUR AUXILIAIRE A CAMES (AUTO-CONTROL)

Cet appareil a pour fonction de permettre l'envoi de signaux de service, sans apporter d'autre trouble qu'un arrêt bref dans la transmission en cours, et sans que le message en réception au poste d'arrivée garde la trace de ces signaux spéciaux.

Le transmetteur auxiliaire se compose essentiellement de deux axes : l'axe moteur et l'axe des cames.

Le premier porte un ressort spiral B (fig. 3) accroché, d'une part, à l'axe lui-même et, d'autre part, à un point fixe indépendant de l'axe. Le ressort spiral est tendu à volonté par la manœuvre d'un levier V qui ne peut se déplacer que dans un champ limité par un butoir D. L'axe moteur est en outre muni : d'un bras I, agissant sur un conjoncteur E, d'un rochet F et d'une

roue folle R. Cette dernière est entraînée avec l'axe, par l'intermédiaire d'un cliquet K, lorsque le mouvement a lieu en sens inverse des aiguilles d'une montre ; elle reste immobile dans le cas contraire.

La rotation de la roue R est transmise à l'axe des cames par un pignon P, mais ce mouvement est contrôlé au moyen d'une roue d'échappement N sur laquelle agit un levier commandé par l'électro-aimant d'échappement. L'axe porte 3 cames C^1 , C^2 , C^3 ,

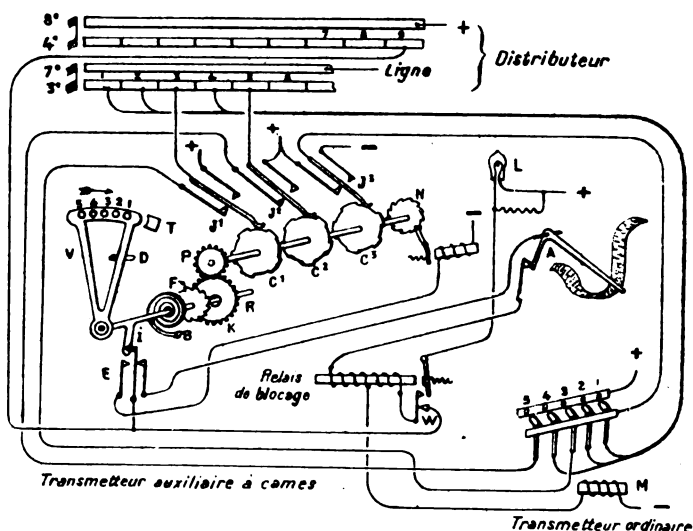


Fig. 3. — Transmetteur auxiliaire.

dont les saillies et les creux ouvrent ou ferment les contacts de trois conjoncteurs J^1 , J^2 , J^3 . Les ressorts des conjoncteurs communiquent avec les batteries de ligne, positive et négative, avec les segments 3 et 5 du secteur intéressé de la couronne de transmission (3^e couronne) et avec le transmetteur ordinaire à bande.

Le levier A commande la mise en marche, ou l'arrêt, du transmetteur ordinaire suivant que la bande perforée est ou n'est pas fournie en quantité suffisante par le perforateur ; de ce levier dépend également la mise en action du relais de blocage dont la fonction consiste à tenir sur repos les ressorts-contacts du transmetteur ordinaire quand ce dernier est arrêté.

Le conjoncteur E manœuvré par le bras I de l'axe moteur, sert à substituer le transmetteur à cames au transmetteur, ordinaire ou vice versa.

Les signaux de service sont traduits dans l'appareil récepteur du correspondant par un ou plusieurs coups de timbre. Chaque coup de timbre exige l'envoi successif de trois combinaisons : l'inversion des « chiffres », la lettre J ou « signal », l'inversion des « lettres ». C'est par le jeu des cames sur les conjoncteurs J¹, J², J³ que les émissions convenables sont opérées sur la ligne.

La première combinaison prépare, dans le traducteur, le circuit du timbre, la deuxième le ferme et la troisième replace tous les organes dans la position primitive.

Le nombre des coups de timbre successifs est limité à cinq. On possède ainsi le moyen d'exprimer cinq idées. Un coup de timbre signifie : « transmettez » ; quatre « arrêtez-vous » ; deux « recommencez » ; trois « reperforez le télégramme en cours » ; cinq « appelez le mécanicien ».

La manœuvre du levier V détermine, suivant l'angle de déplacement du levier, le nombre de coups de timbre qui résonneront à l'arrivée. A cet effet, la partie supérieure du levier V est percée de cinq trous assez grands pour que le doigt de l'opérateur y puisse pénétrer.

Si, par exemple, on veut actionner trois fois le timbre du traducteur du correspondant, on introduit un doigt dans l'ouverture n° 3, et, après avoir tiré le levier à soi jusqu'à ce que le doigt vienne buter contre l'arrêt T, on abandonne le levier à lui-même.

Remarquons d'abord que, en raison du mouvement imprimé au levier de commande, le bras I de l'arbre moteur a rompu le contact du petit ressort de droite du conjoncteur E avec le ressort médian, ce qui permet à ce dernier de venir au contact du petit ressort de gauche.

Cette permutation a pour résultat de substituer l'électro d'échappement à l'électro M du transmetteur ordinaire et de faire fonctionner le relais de blocage. Avant la manœuvre du levier, le courant de la batterie locale émis par le segment 9 de la cou-

ronne 4, se bifurquait à partir du ressort médian du conjoncteur E ; une partie passait par le levier A, l'autre par le contact W et les deux portions du courant, après avoir parcouru, en sens inverse l'une de l'autre, la première l'enroulement de droite, la seconde celui de gauche du relais différentiel de blocage, se réunissaient au point commun et s'écoulaient vers le pôle négatif de la batterie locale à travers l'électro M : le relais n'était donc pas actionné.

Mais la permutation opérée par le bras I sur les contacts du conjoncteur E dérive une partie du courant dans l'électro d'échappement ; l'autre partie continuant à passer seule par le contact W, met en action le relais différentiel.

L'attraction de l'armature produit l'allumage de la lampe L, l'enclenchement du relais et, tout à la fois, le blocage de l'électro M et celui des ressorts-contacts sur la réglette de repos.

Pendant la manœuvre du levier V, le rochet F a glissé sous le cliquet K et le ressort spiral B s'est tendu. Après l'abandon du levier V et dès la réception de l'émission de la 4^e couronne dans l'électro d'échappement, le ressort spiral se détend, fait tourner l'axe et son rochet, entraînant ainsi la roue R, le pignon P et, par suite, l'axe des cames ; mais ce mouvement est arrêté aussitôt que la roue N s'est déplacée de la valeur d'une dent ; il ne reprendra qu'à la prochaine impulsion du courant de la quatrième couronne, c'est-à-dire après une révolution des balais du distributeur.

Dans ce premier mouvement, les cames C¹ et C³ ont seules agi sur les conjoncteurs J¹ et J³, J² n'étant pas déplacé, son ressort médian reposant dans un creux.

En suivant les communications de la figure, on voit que le mouvement opéré sur les conjoncteurs permet l'émission d'un courant de travail sur les segments 1, 2, 4 et 5 du secteur et d'un courant de repos sur le segment 3, ce qui correspond à la combinaison « chiffres ».

A la révolution suivante, les trois cames agiront simultanément, d'où émission de la combinaison J ou « signal » : deux courants négatifs, un positif, un négatif et un positif.

Enfin, à la troisième révolution, la came C³ agira seule, les

leviers des deux autres étant dans des creux. La réglette de repos du transmetteur ordinaire est de ce fait reliée à la batterie négative de ligne; les ressorts-contacts émettent tous un courant de travail, d'où formation de la combinaison « lettres ».

Si, comme nous l'avons pris pour exemple, le levier V a été déplacé à partir du troisième trou, le cycle que nous venons d'indiquer se reproduira encore deux fois et, aussitôt après, le levier V viendra buter contre la goupille D, le bras I reprendra sa position primitive et le transmetteur ordinaire sera remis en marche au point même où il avait été arrêté, c'est-à-dire sans qu'une seule combinaison de la bande perforée en cours de transmission n'ait été perdue ou répétée.

TRADUCTEURS

On connaît actuellement, en France, deux types de traducteurs adaptés au Multiplex télégraphique américain, l'un à fonctionnement électrique, l'autre à commande mécanique.

1^o Traducteur à commande électrique.

Ce type de traducteur est exploité par la « Western electric company ».

La partie essentielle du traducteur est le *combineur* ou *sélecteur*. Celui-ci se compose (fig. 4) de cinq disques métalliques sur la périphérie desquels sont pratiquées des entailles à des intervalles inégaux et dans un ordre tel que l'ensemble des entailles des cinq disques permet de réaliser les trente et une combinaisons du code à cinq moments, dit code Baudot.

Les disques étant dans la position de repos, en aucun endroit de leurs périphéries ne se trouvera un alignement vertical de cinq entailles superposées. Il n'en sera plus de même si l'on fait tourner un ou plusieurs disques d'une portion égale de circonférence autour du centre; l'alignement des cinq entailles se trouvera dans un des trente et un points où la coïncidence peut se produire suivant la combinaison réalisée par les disques.

Le cylindre formé par la superposition des disques est entouré par trente et un leviers coudés disposés dans le sens de la génératrice ; nous les appellerons leviers sélecteurs.

La branche horizontale du levier s'avance au-dessus de la surface du disque supérieur ; la branche verticale est très rapprochée de la périphérie des disques, mais ne la touche pas au repos, en dépit de l'action d'un ressort à boudin qui tend à l'amener au contact des disques. L'effort du ressort est combattu par la pression prépondérante des armatures de deux électro-aimants

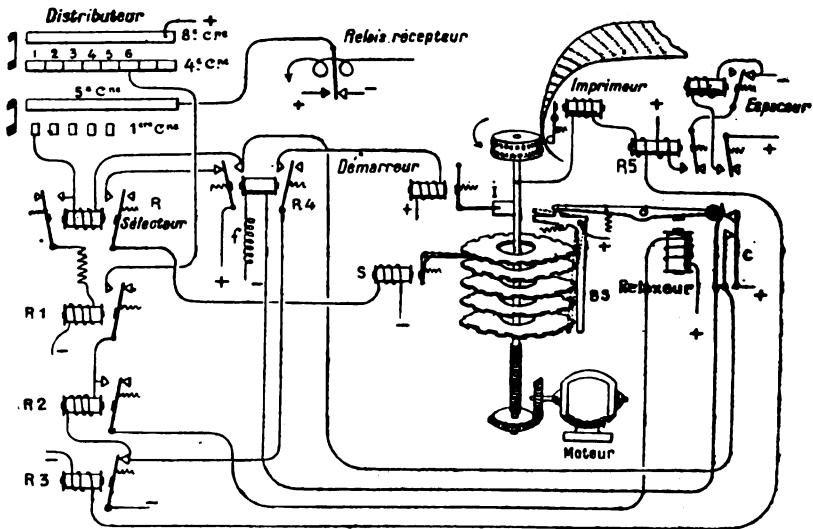


Fig. 4. — Traducteur Western-Electric.

relaxeurs (la figure 4 n'en représente qu'un) montés en quantité. Les armatures possèdent une expansion de forme hémisphérique de façon à embrasser le cercle formé par l'ensemble des branches horizontales des leviers sélecteurs.

Chaque disque du combinateur est commandé par un électro-aimant particulier dit *électro-sélecteur*. Lorsque l'armature de l'électro est attirée, le disque correspondant tourne de quelques degrés sur son axe ; lors du rappel de l'armature, le disque exécute le mouvement inverse et revient au repos.

Au milieu de l'évidement central des disques pivote un axe vertical dont la partie supérieure porte une roue des types pourvue de deux rangs de caractères superposés ; le rang du haut comprend les lettres de l'alphabet, le rang du bas, les chiffres, signes de ponctuation et signes spéciaux. A sa partie inférieure, l'axe de la roue des types est entouré d'un fort ressort à boudin constamment maintenu sous tension par l'effort d'un moteur électrique agissant par l'intermédiaire d'un engrenage ; ce ressort tend à faire tourner la roue des types ; mais celle-ci ne peut obéir à l'impulsion parce qu'un bras I, solidaire de l'axe, est bloqué par l'armature de l'électro-démarreur (voir la figure 4).

L'impression des caractères a lieu sur page et non sur bande, ce qui oblige à l'emploi de dispositifs particuliers pour obtenir l'alinéa et le retour en arrière de la feuille de papier lorsque l'impression atteint la fin de la ligne. D'autre part, pour passer de l'impression des lettres à l'impression des chiffres, la roue des types doit être soulevée pour que le rang inférieur des caractères vienne se placer en face du cylindre d'impression. En outre, un mouvement latéral du papier a lieu automatiquement après chaque impression d'un caractère pour séparer les empreintes ou espacer les mots ; mais, dans ce dernier cas, l'espacement est produit par une combinaison spéciale.

Les électro-aimants sélecteurs sont au nombre de cinq ; ils sont commandés par un relais sélecteur particulier à chacun d'eux. Enfin chaque relais sélecteur est en relation avec un contact écourté du secteur intéressé de la première couronne du distributeur ; il y a par conséquent cinq relais sélecteurs par traducteur. La figure, dans un but de simplification, ne représente qu'un seul relais, un seul électro-aimant et un seul levier sélecteurs.

Pour traduire, par un caractère imprimé, une combinaison de cinq émissions positives ou négatives enregistrées par le relais récepteur, le fonctionnement est le suivant :

Nous supposerons que lors du passage du balai sur le premier contact du secteur de première couronne, le relais récepteur ait son index sur le butoir de droite, relié au pôle négatif

de la batterie des fonctions locales, et que ce même index passe sur le butoir de gauche et y reste pendant que le balai parcourt les quatre derniers contacts du secteur.

Dans ces conditions, quand le balai arrive sur le premier contact écourté, un circuit électrique se trouve établi; en partant du pôle positif de la batterie, il comprend : le conjoncteur C, le butoir de travail de l'armature de gauche du relais R4, l'enroulement du relais sélecteur n° 1, le premier contact écourté, les balais conjugués, la cinquième couronne, l'index du relais récepteur, le butoir de droite, le pôle négatif de la batterie.

Le relais sélecteur étant actionné, ferme deux circuits. L'armature de gauche donne passage, à travers l'enroulement du relais sélecteur et l'enroulement de R1, au courant provenant de C. Le relais sélecteur se trouve ainsi maintenu sous tension lorsque le balai a quitté le contact écourté. L'armature de droite permet au courant provenant de l'armature gauche de R4 de passer à travers l'électro-sélecteur S qui provoque le déplacement du premier disque du combinateur. Aucun courant n'étant émis dans les relais sélecteurs reliés aux contacts écourtés 2, 3, 4 et 5 du secteur, les quatre autres électro-sélecteurs et les quatre autres disques resteront au repos; mais, par suite du déplacement du premier disque, un alignement vertical de cinq entailles se trouvera en face d'un des 31 leviers sélecteurs. Supposons que ce soit le levier BS.

Quand le balai de première couronne a franchi le secteur, le balai de quatrième couronne qui en est solidaire arrive sur le contact 6 de celle-ci. Le courant partant de la huitième couronne passe par les balais, le contact 6, l'armature de R1 déjà sur contact, l'enroulement de R2, qui est actionné, le butoir de repos de R3 et se ferme sur le pôle négatif de la batterie.

Le fonctionnement de R2 détermine celui de l'électro-relaxeur; mais, comme le courant provenant de la quatrième couronne est bref et que le relaxeur exige une émission plus longue pour être actionné, une disposition semblable à celle utilisée pour le relais sélecteur a été prise : le courant traversant le relaxeur passe aussi par l'enroulement de R2 et se ferme sur le pôle négatif de la batterie par l'armature de R3.

L'attraction de l'armature du relaxeur accomplit une double fonction : d'une part, elle libère les 31 leviers sélecteurs et, d'autre part, en agissant sur le conjoncteur C, elle rompt le contact entre le petit ressort médian et le ressort de droite et met en communication ce dernier avec le ressort de gauche.

Les leviers sélecteurs ne subissant plus la pression de l'armature du relaxeur pivotent autour de leur axe sous l'action de leur ressort particulier : la branche verticale vient au contact de la périphérie des disques et la branche horizontale se soulève. Mais parmi les 31 leviers sélecteurs, celui qui se trouve en face de l'alignement vertical de cinq entailles se soulève plus haut que les 30 autres parce que sa branche verticale pénètre dans les entailles alignées, tandis que les autres leviers sont arrêtés par une ou plusieurs saillies de la périphérie des disques.

La sélection est maintenant terminée ; le travail de l'impression va commencer. La rupture du contact entre le ressort médian et le ressort de droite du conjoncteur C coupe le circuit du relais sélecteur et du relais R1 dont les armatures reviennent au repos ; du même coup, le courant passant par l'électro-sélecteur est coupé également ; le premier disque ne peut cependant pas revenir à sa position de repos parce qu'il est maintenu par le levier sélecteur qui a pénétré dans une de ses entailles.

Le contact entre le ressort de droite du conjoncteur C et le ressort de gauche établit un autre circuit passant par l'enroulement de R4. Le fonctionnement de ce dernier relais est rendu paresseux par la présence d'un self f , de façon que les armatures ne soient attirées qu'après le retour au repos du relais sélecteur.

L'armature de gauche de R4 relie l'enroulement du relais sélecteur au pôle positif de la batterie ; le relais sélecteur est ainsi mis de nouveau en état de fonctionner si une nouvelle émission négative est envoyée par le relais récepteur.

L'armature de droite de R4 ferme le circuit de l'électro-démarrateur, circuit qui aboutit au pôle négatif par l'armature de R3. Le démarreur libère le bras I de l'axe de la roue des types et celle-ci tourne, dans le sens de la flèche, jusqu'à ce que le bras I

rencontre le levier sélecteur soulevé au-dessus des autres. A ce moment la roue des types présente au cylindre imprimeur le caractère alphabétique traduisant la combinaison indiquée par le levier sélecteur. Lors de la rencontre du bras I et du levier Bs en saillie, un circuit électrique s'établit : il comprend l'électro-imprimeur, un enroulement de R5 et le relais R3.

L'excitation de l'électro-imprimeur détermine la projection du papier contre le caractère offert par la roue des types et préalablement encre par deux petits cylindres. D'autre part le relais R3 attire ses deux armatures : la première ferme sur les pôles de la batterie le deuxième enroulement de R5 ; mais cet enclenchement électrique est rompu dès que l'électro-espaceur fonctionne par suite du déplacement de la deuxième armature de R5. Comme son nom l'indique, l'électro-espaceur accomplit une fonction mécanique consistant à faire avancer de gauche à droite la feuille qui vient de recevoir l'impression de façon à laisser un espace libre pour une nouvelle empreinte.

Enfin, le relais R3, qu'on pourrait appeler relais de rappel, provoque, par son fonctionnement, la rupture du circuit de R2 et du relaxeur, de R4 et du démarreur.

L'armature du relaxeur sous l'action de son ressort antagoniste abaisse tous les leviers sélecteurs et libère le disque déplacé ainsi que la roue des types ; celle-ci achève sa révolution et ne s'arrête que lorsque le bras I rencontre l'appendice du démarreur ; le premier disque débarrassé de l'entrave du levier sélecteur Bs revient à sa position de repos. De plus, lorsque le levier sélecteur soulevé quitte le contact du bras I, le circuit de l'imprimeur de R5 et de R3 est également rompu, les armatures reviennent au repos et l'appareil est prêt pour la traduction d'une autre combinaison d'émissions du relais récepteur.

Les 31 leviers sélecteurs n'affectent pas tous la même forme ; huit d'entre eux ouvrent ou ferment, par l'extrémité de leur branche verticale, des contacts électriques dépendant des circuits spéciaux destinés à la mise en jeu des dispositifs particuliers dont il a été question plus haut.

Ces dispositifs comprennent : l'espacement, l'alinéa, le dépla-

cement de la roue des types de bas en haut pour l'impression des chiffres et de haut en bas pour celle des lettres ; le retour en arrière de la feuille d'impression lorsqu'une ligne est achevée ; la mise en action d'un timbre pour la réception de signaux de service envoyés par la station correspondante au moyen d'un transmetteur auxiliaire appelé « autocontrol ». Cet instrument peut donner cinq signaux composés d'une émission isolée, de deux, trois ou quatre émissions successives. Les signaux signifient : transmettez, arrêtez votre transmission, repartez, reperferez votre télégramme, appelez le mécanicien. Enfin un dernier dispositif met en action ou arrête un reperforateur automatique qui donne, en même temps que la traduction typographique du message, une bande perforée semblable à celle du poste correspondant, ce qui permet de retransmettre à volonté le télégramme à une autre station desservie également par le multiplex américain.

Il faut remarquer que ces différentes fonctions sont déclenchées par des combinaisons spéciales émises par le bureau transmetteur.

Le traducteur est volumineux, car il comprend, outre le combineur, 26 relais ou électro-aimants, des shunts pare-étincelles, des résistances, une bobine de retard (self-induction). L'appareil est amovible et ses communications avec le distributeur, la batterie des fonctions locales, la boîte des relais, s'établissent au moyen de contacts placés sous le traducteur et de forts ressorts fixés à la table de manipulation.

Le papier d'impression est en rouleaux, il a 21 centimètres de largeur et peut recevoir, par ligne, une soixantaine de caractères. Lorsque le télégramme est achevé, plusieurs signaux d'alinéa sont envoyés pour que la feuille fasse une saillie suffisante hors de l'appareil et se présente à une lame permettant de couper la feuille en la tirant d'un coup sec.

*2° Traducteur à commande mécanique,
type Kleinschmidt.*

Cet appareil, construit par Kleinschmidt, est surtout utilisé par la « Western Union Company ». Il a l'aspect d'une machine à écrire dont le clavier aurait été supprimé. A la place des touches se trouve le combinateur ; les disques du type électrique sont remplacés par des réglettes droites portant sur leur tranche supérieure les entailles et les saillies nécessaires à la reproduction des 31 combinaisons du code Baudot. C'est, en somme, un combinateur rectiligne.

Il suffit de mouvoir de gauche à droite une ou plusieurs réglettes pour obtenir à un endroit déterminé un alignement horizontal de cinq entailles dans un plan perpendiculaire à celui des réglettes. Cette manœuvre est opérée par un électro-sélecteur spécial à chaque réglette et recevant les impulsions du relais récepteur par l'intermédiaire de la cinquième couronne et d'un des contacts écourtés de la première couronne.

Les cinq réglettes du combinateur subissent la pression d'un ressort qui tend à les déplacer de gauche à droite ; ce mouvement ne peut s'opérer parce que chaque réglette est maintenue par un ergot solidaire de l'armature de l'électro-sélecteur placé au-dessous. Quand ce dernier est actionné, l'ergot sort de l'échancrure triangulaire où il était logé et la réglette est poussée vers la droite.

Dans la figure 5, pour les besoins de l'explication, une seule réglette du combinateur a été représentée de face avec, au-dessous, les 31 leviers sélecteurs vus de profil ; les mêmes organes sont reproduits à côté, mais il n'y a qu'un levier sélecteur vu de face et, au-dessous, le profil pointillé des cinq réglettes.

Au-dessus du combinateur et dans le même sens que l'alignement éventuel des entailles, se trouvent les 31 leviers sélecteurs maintenus au repos par la pression d'une barrette X, commune à tous les leviers et solidaire d'un levier K ; celui-ci est commandé lui-même par l'armature de l'électro-opérateur au moyen d'une bielle B.

Lorsque l'armature de l'électro-opérateur est attirée, la barrette X se soulève et libère les leviers sélecteurs. Si les réglottes du combinateur présentent un alignement de cinq entailles, le levier placé au-dessus, soit S, y pénètre sous l'effort d'un ressort à boudin R ; l'autre extrémité du levier S se relève en entraînant le levier de tirage A. Il y a autant de leviers de tirage que de leviers sélecteurs.

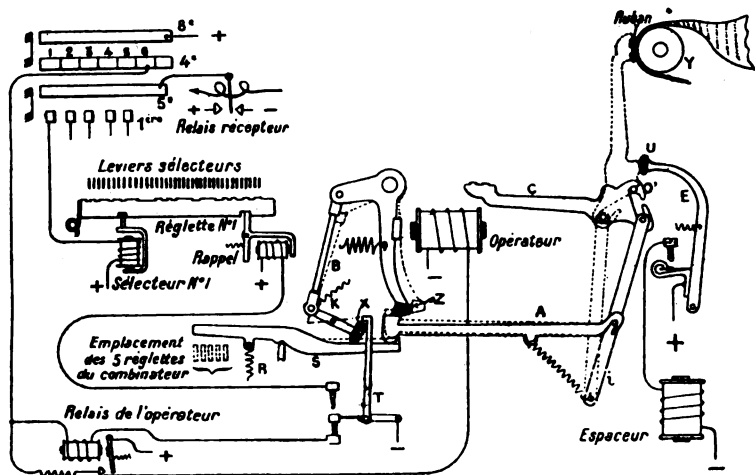


Fig. 5. — Traducteur Kleinschmidt.

Au repos, le bec des premiers est maintenu abaissé par la barrette d'accrochage Z commune à tous ces leviers, mais quand l'armature de l'électro-opérateur est attirée, la barrette de tirage Z s'efface, le levier dépendant du sélecteur soulevé obéit à son impulsion en tournant autour du point O et son bec vient se placer en avant de la barrette de tirage. Au moment du rappel de l'armature de l'électro-opérateur, rappel qui s'effectue très brusquement sous l'action d'un fort ressort, le bec est accroché et tiré violemment de droite à gauche ; le mouvement est transmis par le levier intermédiaire I à la barrette C portant les types correspondant à la combinaison enregistrée par les réglottes du combinateur ; la barrette porte-types est ainsi projetée sur le rouleau Y et vient appliquer sur la feuille d'impression le ruban encreur qui laisse ainsi l'empreinte du type.

Pour suivre les diverses opérations de la sélection et de l'impression, supposons que le relais récepteur ait envoyé un courant de travail au moment du passage du balai de première couronne sur le contact 1 et un courant de repos sur les contacts 2, 3, 4 et 5 du même secteur. Le sélecteur n° 1 est seul actionné, les quatre autres restent au repos. La première réglette se déplace de gauche à droite, ce qui détermine un alignement de cinq entailles.

Les choses restent en l'état jusqu'au moment où le balai de la quatrième couronne arrive sur le contact 6 et ferme le circuit du relais de l'opérateur. Le fonctionnement du relais détermine son propre enclenchement et actionne l'électro-opérateur dont l'armature libre, d'une part, les leviers sélecteurs et, d'autre part, les leviers de tirage. Le levier sélecteur S se trouvant au-dessus de l'alignement de cinq entailles occasionné par le déplacement de la réglette n° 1, s'abaisse vers la gauche sous l'effort de son ressort, tandis que sa droite se relève, en soulevant le levier de tirage correspondant ; le bec de ce dernier levier vient se placer sur le trajet que suivra la barrette d'accrochage Z, lors du rappel de l'armature de l'électro-opérateur. La barrette de rappel X en libérant les leviers sélecteurs a soulevé le retour d'équerre d'une tige T qui commande un ressort de contact pouvant osciller entre deux vis de butée. La rupture du contact inférieur entraîne le retour au repos du relais de l'opérateur et l'établissement du contact supérieur ferme le circuit de l'électro de rappel.

Cette double action a pour conséquences : 1° le retour au repos de l'armature de l'opérateur, d'où accrochage du levier de tirage A et projection de la barrette porte-types sur le rouleau d'impression ; 2° le fonctionnement de l'électro de rappel dont l'armature force la réglette à reprendre la position de repos en s'enclenchant par son échancrure triangulaire sur l'ergot de l'armature de l'électro-sélecteur.

La barrette porte-types, lors de sa projection contre le rouleau d'impression, vient rencontrer, par une saillie de sa base, la barre universelle U portée par le levier E ; ce mouvement établit un contact électrique fermant le circuit de l'espaceur. Cet organe

est un solénoïde à noyau plongeur agissant, par un levier porte-cliquet, sur un rochet de progression ; la rotation de cette roue entraîne le déplacement de droite à gauche du chariot du rouleau, de façon à éviter la superposition des empreintes.

L'espacement des mots est obtenu par une combinaison spéciale qui, par le procédé que nous venons d'indiquer, met en action une barrette semblable à la barrette C, mais non pourvue de types et dont le rôle se borne à pousser la barrette universelle pour fermer le contact de l'espaceur.

Le ruban encreur des types est enroulé sur deux bobines placées à chaque extrémité du chariot. Comme dans la machine à écrire, le ruban doit se déplacer après chaque impression et s'enrouler sur une bobine pendant qu'il se dévide sur la bobine opposée. Ce mouvement est commandé par un levier solidaire du levier de la barre universelle U et portant deux paires de cliquets pouvant agir sur un système de deux roues à rochet dont le mouvement est transmis à la bobine d'enroulement du ruban par un engrenage de roues d'angle. Il n'y a qu'une paire de cliquets en prise avec l'une des deux roues à rochet. Lorsque la presque totalité du ruban est enroulée sur une bobine, une goupille implantée dans le ruban agit sur un levier qui détermine le relèvement de la paire de cliquets qui vient d'agir et la mise en action de la paire qui était au repos ; c'est alors la deuxième roue à rochet qui se meut et le ruban s'enroule sur la bobine vide.

La combinaison pour l'impression des chiffres occasionne le même processus d'opérations que les combinaisons ordinaires dont nous avons indiqué le mode d'action ; mais la barrette porte-types est dépourvue de signes et sa base est taillée de façon à ne pas agir sur la barre universelle : il n'y a donc pas d'avancement du papier. En outre, le levier de tirage, en se soulevant, établit un contact électrique fermant le circuit d'un solénoïde à noyau plongeur ; celui-ci, par un jeu de leviers, soulève le rouleau d'impression. Un cliquet commandé par le levier de tirage de la combinaison permettant le passage de l'impression des chiffres à celle des lettres vient caler le levier de soulèvement du chariot et maintient le rouleau soulevé. Quand le retour

à l'impression des lettres est nécessaire, la combinaison « lettres » provoque la mise en action du levier de commande du cliquet calant le rouleau ; le cliquet étant dégagé, le rouleau retombe dans la position primitive et présente le papier aux types du rang inférieur des barrettes.

L'alinéa est obtenu d'une façon analogue à celle du soulèvement du chariot ; le levier de tirage correspondant à cette combinaison ferme le circuit d'un solénoïde dont le noyau actionne, par l'intermédiaire d'une tige de commande, deux leviers coudés dont la mise en jeu détermine d'abord le soulèvement, puis l'abaissement d'un cliquet sur un rochet solidaire du rouleau et l'entraînement de celui-ci dans le sens voulu. Le déplacement du cliquet est tel que la progression est égale à l'intervalle de deux dents du rochet.

Le rouleau d'impression est monté sur un chariot pouvant se déplacer dans le sens de l'axe du rouleau. A cet effet, le chariot est pourvu d'une crémaillère sur laquelle agit une roue dentée. Celle-ci est solidaire de deux roues à rochet actionnées par des cliquets d'entraînement agissant en sens inverse l'un de l'autre et commandés par les armatures de deux solénoïdes ; l'un fait mouvoir les roues de façon à faire avancer le papier après chaque impression, c'est l'espaceur dont nous avons déjà parlé ; l'autre déclenche un mouvement rétrograde du chariot pour permettre, après l'alinéa, de commencer l'impression à gauche de la feuille de papier ; c'est l'accélérateur. Le chariot est constamment sollicité à revenir en arrière sous l'action d'un ressort qui se tend à mesure que le chariot se déplace de droite à gauche. Le ressort agit sur la roue dentée du chariot par l'intermédiaire d'une autre roue également dentée et de plus grand diamètre possédant autant de dents que la ligne peut contenir de caractères, plus une partie non dentée servant d'arrêt.

Quand le chariot est arrivé à fond de course, une combinaison spéciale appelée « retour du chariot » est envoyée ; elle agit, comme les autres, sur un sélecteur ; mais celui-ci ferme le circuit de l'accélérateur et de l'espaceur. Le cliquet de ce dernier se soulève tandis que celui de l'accélérateur s'abaisse en déga-

geant un troisième cliquet, de retenue, celui-ci, et donnant une impulsion à la roue du chariot ; cette impulsion favorise l'effort du ressort antagoniste qui, se débandant brusquement, ramène le chariot de gauche à droite.

La réception des signaux de service, signaux émis par le transmetteur auxiliaire du poste correspondant, a lieu de la façon suivante :

Chaque coup de timbre exige l'envoi de trois combinaisons : celle de l'impression des chiffres, celle de la lettre J et enfin celle du retour à l'impression des lettres. La combinaison des chiffres met en action une tige placée en face du bec du levier de tirage de la combinaison J, de sorte que, lors de la réception de cette dernière, la tige sera poussée et coupera le circuit de l'électro-espaceur en établissant celui de l'avertisseur qui se trouve ainsi actionné. La combinaison « lettres » survenant rétablit les différents organes dans la position normale en provoquant l'abaissement du chariot d'impression.

CORRECTION DES ÉCARTS DE SYNCHRONISME MISE EN PHASE.

Deux méthodes de correction des écarts de synchronisme sont en usage actuellement, l'une mécanique, l'autre électrique. La méthode mécanique a été décrite dans le numéro 4, année 1918, des *Annales des P. T. T.*, par M. Toupet, inspecteur ; le système a subi d'ailleurs récemment une simplification mécanique très importante sur laquelle nous ne pouvons nous étendre actuellement.

Nous décrirons ici la méthode de correction électrique.

Les écarts de synchronisme sont, comme dans le système précité, mis en évidence par le désaccord existant entre le moment du déplacement de l'index du relais sous l'influence des émissions provenant de la ligne et la position des balais du distributeur sur les couronnes, à cet instant.

En somme, c'est une application du système Picard employé sur les câbles franco-algériens, desservis au Baudot ; mais l'ori-

ginalité de cette application réside dans le moyen employé pour obtenir la correction des écarts.

Les balais sont mus par un moteur électrique connu sous les noms de roue phonique ou moteur La Cour. Cet appareil est mis en action par une série d'impulsions électriques contrôlées par les vibrations d'un diapason, les vibrations étant entretenues par une bobine excitatrice (voir fig. 6).

La vitesse de rotation du moteur dépend de la fréquence plus ou moins grande des vibrations du diapason. On peut faire varier la fréquence en faisant varier l'intensité du courant circulant dans la bobine excitatrice. L'effet obtenu est relativement faible, car, pour une variation de 100 % de l'énergie fournie à la bobine, la variation correspondante de la fréquence n'est que de 1 %; toutefois elle est suffisante pour maintenir le synchronisme. En effet, les corrections pouvant avoir lieu plusieurs fois pendant une révolution, les écarts de vitesse sont corrigés dès leur origine et ne peuvent prendre une valeur telle qu'ils ne soient plus susceptibles d'être compensés par la faible variation de fréquence; enfin les vitesses moyennes des deux postes en relation sont très voisines: on admet une différence de 0,25 % en plus ou en moins pour la station corrigée.

La vitesse du moteur est en raison directe de la fréquence; mais cette dernière est en raison inverse de l'intensité. Si l'intensité du courant augmente, la fréquence diminue et, réciproquement, si l'intensité diminue la fréquence s'élève.

L'intensité du courant de la bobine excitatrice est modifiée au moyen d'un rhéostat (Rht 1, fig. 6) qui peut être mis en court-circuit par le jeu d'un relais correcteur. Voici comment ce dernier est commandé.

Le relais de ligne agit sur un relais auxiliaire différentiel dont la bifurcation est reliée au pôle négatif de la batterie locale; les entrées des roulements sont rattachées, d'une part, à un des butoirs de leur propre relais et, d'autre part, à ceux du relais de ligne. La disposition est telle que les index des deux relais sont toujours dans des positions dissymétriques, c'est-à-dire que l'index d'un relais est sur son butoir de droite, quand l'index

de l'autre relais est sur le butoir de gauche. Par suite de cette disposition, si les deux appareils fonctionnaient d'une façon rigoureusement simultanée, l'index du relais auxiliaire n'enverrait jamais aucun courant; mais, par l'effet de l'inertie méca-

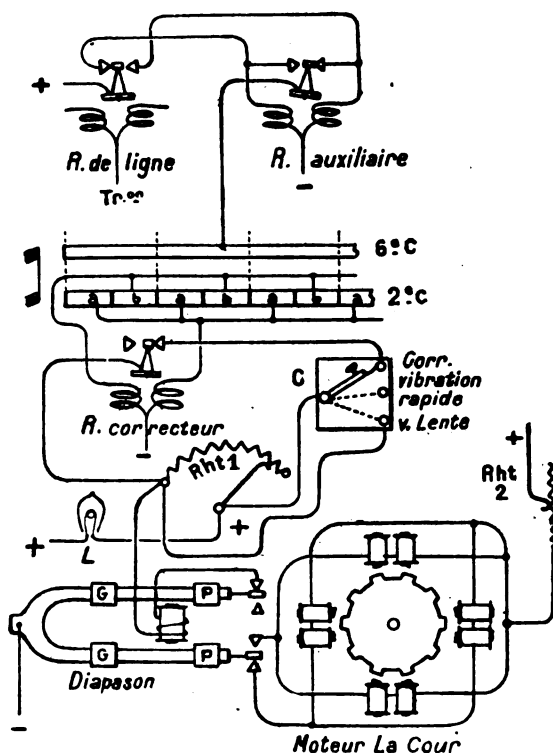


Fig. 6. — Correction électrique.

nique et de la constante de temps du relais auxiliaire, l'index de celui-ci se trouvera toujours en retard d'un temps appréciable, sur les déplacements de l'index du relais de ligne et pourra réexpédier une émission aussi brève que la différence dans le temps de fonctionnement des deux relais.

Le relais auxiliaire émet ses courants dans les 6° et 2° couronnes du plateau du distributeur; la 6° couronne est pleine, mais la 2° est sectionnée en un nombre de segments double de

celui des couronnes de transmission, c'est-à-dire que, si cette dernière comporte 20 segments, la couronne de correction en contiendra 40. Les segments de rang impair (*a*) sont reliés ensemble ; il en est de même de ceux de rang pair (*b*). Chaque série de segments est rattachée à un des enroulements d'un relais différentiel dont la bifurcation est en communication avec le pôle négatif de la batterie locale.

L'index du relais correcteur, lorsqu'il tombe sur son butoir de droite, met en court-circuit le rhéostat 1 en série avec la bobine excitatrice du diapason et, par suite, détermine une diminution de la vitesse du moteur. Il en est ainsi toutes les fois que le courant bref émis par le relais auxiliaire passe par l'enroulement rattaché à la série des segments impairs (*a*). L'effet contraire se produit quand l'enroulement des segments pairs reçoit les impulsions ; le rhéostat est remis en circuit, l'intensité baisse, la fréquence des vibrations augmente et la vitesse du moteur s'accroît.

Si le moteur du distributeur du poste corrigé tourne plus lentement que celui du correspondant, le balai de la 2^e couronne se trouve sur un segment pair (*b*), lorsque l'index du relais de ligne, à la faveur d'une inversion de courant, passe d'un butoir sur l'autre : l'impulsion du relais auxiliaire détermine la chute de l'index du relais correcteur sur le butoir de gauche, le rhéostat est mis en circuit et la vitesse du moteur augmente.

L'index du relais correcteur reste dans cette dernière position jusqu'à ce que la vitesse du distributeur corrigé dépasse celle du distributeur correcteur. Dans ce cas, le balai du poste corrigé est sur un segment de la série impaire quand se produit le déplacement de l'index du relais de ligne, et le relais correcteur met en court-circuit le rhéostat pour provoquer une baisse de la vitesse du moteur.

Si le synchroisme existe, le courant du relais auxiliaire tombe partie sur *b* et partie sur *a*, et le relais correcteur n'est pas actionné à cause de la brièveté de l'émission.

Le commutateur C sert à régler la vitesse de régime du poste corrigé. On met, par le moyen du commutateur, le rhéos-

tat 1 en série avec la bobine excitatrice ou on le court-circuite, de façon à fixer les limites de variation de vitesse. L'écart de vitesse dans les deux sens doit être tel que le traducteur imprime de 55 à 60 fois la même lettre. La fréquence des vibrations du diapason est modifiée par des masses métalliques P chevauchant l'extrémité des branches de l'instrument ou des masses G se déplaçant au moyen d'une crémaillère du côté de la culasse. Le réglage est dégrossi avec les masses P et se parfait avec les masses G.

La lampe L intercalée dans le circuit de la bobine excitatrice, sert d'indicateur de correction ; elle permet de se rendre compte du nombre, de la nature et de la durée des corrections qui s'effectuent. En effet, la lampe est construite de telle façon qu'elle s'allume quand le rhéostat 1 est en court-circuit, ce qui occasionne une correction retardatrice, et qu'elle s'éteigne quand le court-circuit est rompu, d'où correction accélératrice.

Par l'observation des alternances d'allumage et d'extinction, on est renseigné sur le degré d'exactitude de l'équilibre des vitesses des deux postes correspondants. Si, par exemple, les allumages sont plus fréquents que les extinctions, on en déduit que la vitesse du corrigé est un peu forte : on agit, en conséquence, sans d'ailleurs interrompre le trafic, sur les masses de culasse G, du diapason, pour diminuer la fréquence des vibrations.

Les différents régimes de vitesse qu'on peut prendre sont compris entre 145 et 320 tours environ par minute. Pour ces grosses variations, on opère alors sur un rhéostat (rhéostat 2) en série avec le moteur.

Les écarts de synchronisme ou, en d'autres termes, les discordances des phases des mouvements des balais des deux postes correspondants, étant mises en évidence par les changements de sens des courants de ligne et non plus par des courants spéciaux, comme dans le système Baudot, il est nécessaire de multiplier les inversions. Dans le dispositif Picard, les polarités des batteries de ligne sont inversées à chaque touche : dans le multiplex américain le renversement n'a lieu qu'à chaque secteur.

Ainsi, au quadruple, les premier et troisième secteurs (A et C) emploient le courant négatif pour les émissions de travail et le positif pour celles de repos ; tandis que les secteurs 2 et 4 (B et D) utilisent le positif pour le travail et le négatif pour le repos.

En raison de ces inversions à chaque secteur, le synchronisme pourrait s'établir sans qu'il y ait concordance de phase des mouvements des balais des deux postes.

Pour parer à cet inconvénient, on inverse, au poste correcteur, quand il s'agit d'établir le synchronisme, les polarités du transmetteur du 2^e secteur (secteur B), ce qui réduit les inversions à deux, une du positif au négatif au commencement du 4^e secteur, l'autre du négatif au positif à la fin du même secteur. En outre, afin de rendre inefficace la première de ces inversions, la jonction entre les butoirs de droite du relais de ligne et du relais auxiliaire est rompue à l'aide d'un commutateur ; de cette façon le relais auxiliaire n'envoie pas d'émission dans le relais correcteur lorsque l'index du relais de ligne tombe sur son butoir de droite sous l'effet de l'inversion du positif au négatif. Enfin la moitié des segments *a* est reliée à la moitié correspondante des segments *b*, ce qui équivaut à l'existence de deux segments embrassant chacun une demi-circonférence.

Le synchronisme ne peut donc plus s'établir qu'à l'inversion du négatif au positif et en un point bien déterminé, c'est-à-dire à la séparation des secteurs 4 et 1.

CONCLUSIONS

L'étude de l'appareil que nous venons de présenter systématiquement sans commentaires permet de mettre en évidence des qualités et des défauts du système.

Parmi les avantages, nous indiquerons, en premier lieu : la transmission automatique et la faculté de changer instantanément la vitesse de régime de façon à l'approprier à l'état du conducteur. Nous montrerons, plus loin, que cette dernière commodité entraîne fatalement l'usage de la transmission mécanique ; mais la réciproque n'est pas vraie, c'est-à-dire qu'on peut adopter

la transmission automatique sans qu'un régime quelconque de vitesse soit obligatoire.

La correction électrique des écarts de synchronisme nous paraît très recommandable parce qu'elle a lieu aussi bien en avance qu'en retard et, le cas échéant, plusieurs fois par révolution, ce qui donne à l'équilibre des vitesses des postes en relation une marge assez grande. Mais deux couronnes supplémentaires sont nécessaires pour réaliser le dispositif.

Enfin le traducteur n'a pas besoin d'être synchronisé par le distributeur : il est statique et la roue des types seule est animée d'un mouvement de rotation et seulement quand une combinaison est transmise à l'appareil.

La réception en page simplifie le travail et augmente le rendement de l'agent, mais elle exige, par contre, la présence constante de celui-ci et une surveillance de tous les instants.

D'autre part, notre mode d'exploitation actuel ne s'adapte pas à ce procédé de réception. En effet, les différentes catégories de télégrammes se distinguent par des formules de couleurs nettement tranchées ; et une longue expérience a démontré que cette précaution facilite le tri en évitant des erreurs de direction et permet d'accélérer le traitement et les manipulations diverses auxquelles sont soumis les messages. Les formules à patte pour télégrammes à destination de la station réceptrice présentent aussi une grande commodité : il n'y a pas d'enveloppe à établir et, malgré cela, le texte du message est à l'abri des indiscretions.

Avec la réception en page on se trouve amené à l'emploi d'enveloppes dont la suscription doit être établie par un agent spécial : c'est une perte de temps et une dépense supplémentaire. C'est pourtant à ce procédé que le bureau de l'« Anglo-american company » a recouru actuellement.

Cependant il faut convenir que la réception en page est presque indispensable quand on veut recevoir à des vitesses dépassant 200 tours à la minute.

Le défaut de ce procédé provient de la complication du traducteur qui en est la conséquence inéluctable. Il faut considérer

que le traducteur américain (type de la « Western electric Cy ») possède : 26 électro-aimants ou relais, 42 contacts ouvrant ou fermant des circuits électriques, 62 ressorts de prise de contact ou de jonction entre le traducteur, la boîte des relais et la table d'opération. Nous sommes loin de la simplicité du traducteur Baudot : 6 électro-aimants, 1 contact électrique, 7 ressorts de jonction.

Les dérangements dont un appareil est susceptible étant fonction du nombre d'organes en jeu, le traducteur américain donnera souvent lieu à l'intervention du spécialiste. Il n'est pas inutile de rappeler à ce propos, qu'un seul mécanicien suffit pour les réparations des 400 et quelques traducteurs Baudot en service au Poste central de Paris. La conséquence de l'adoption d'appareils aussi compliqués que le traducteur américain serait une augmentation très grande et immédiate du nombre des agents-mécaniciens.

Le traducteur mécanique de la « Western Union Cy » n'est d'ailleurs pas plus avantage à cet égard que le type électrique. De l'avis des opérateurs et d'après nos propres constatations, chaque traducteur passe au moins une fois, et souvent deux-fois par jour à la table d'essai pour mise au point ou réparation.

Le système américain ne s'exploite qu'en duplex, la suppression des segments supplémentaires, dits de propagation, enlevant toute possibilité de continuer l'exploitation en simplex (méthode ordinaire du Baudot) lorsque l'état du conducteur ne permet pas d'obtenir une balance stable. Il est vrai que, dans des cas moins graves, l'exploitation de l'appareil américain se fait en semi-duplex, c'est-à-dire en ayant soin de transmettre sur des secteurs non utilisés par le correspondant ; mais cette méthode exige que la balance soit encore suffisamment approchée, car, en raison de l'absence de segments supplémentaires, des croisements de courants se produisent et sont d'autant plus importants que la durée de la propagation électrique est plus grande.

Enfin, malgré la possibilité de reproduire, à l'arrivée, une bande perforée destinée à une transmission nouvelle sur une autre ligne, l'appareil américain est incapable de rivaliser avec le

Baudot en ce qui concerne la retransmission automatique directe et l'exploitation d'une ligne unique desservant 3 postes échelonnés sur le parcours. Etant donné le coût d'établissement et d'entretien d'une ligne télégraphique, ce désavantage est considérable.

A priori, on peut poser que les deux systèmes, le français et l'américain, étant basés sur le même code, le code à 5 moments, dit code Baudot, fourniront des rendements identiques avec des moyens différents, le rendement du conducteur ne dépendant, en effet, que de l'état électrique de celui-ci, du code employé et de la rapidité de fonctionnement du relais.

Or, si la constante de temps du relais américain est inférieure à celle du relais Baudot, cet avantage est neutralisé par le mode de suspension de l'armature qui ne vaut pas celui du relais français et fait perdre, au point de vue de la rapidité de fonctionnement, le bénéfice d'une faible constante de temps. On sait, d'ailleurs, que la constante peut être améliorée par l'addition d'une résistance ohmique ou d'un condensateur shunté en série sur le circuit des bobines.

Si, par exemple, nous établissons un parallèle entre le Baudot triple duplex et le multiplex américain, triple duplex également, travaillant tous deux sur des lignes semblables, Paris à Londres, possédant chacune une translation différentielle soit au Havre, soit à Dieppe, il semble bien que le jugement *a priori* soit confirmé par l'expérience. L'appareil Baudot fonctionne à 180 tours à la minute, tandis que son congénère américain n'opère qu'à 155, au maximum.

Mais, si les systèmes se valent à peu près au point de vue rendement, le dernier type réalisé doit posséder nécessairement des perfectionnements de détail. Dans ces conditions, il est plus logique et moins onéreux, étant donnée la grande quantité de matériel Baudot en service, de faire bénéficier notre appareil national des résultats acquis en Amérique, plutôt que de lui substituer le modèle étranger. C'est dans cet esprit que nous présenterons nos conclusions.

Les vitesses de régime qui peuvent être prises avec l'appareil

américain varient entre 140 et 320 tours à la minute. Ce dernier chiffre est impressionnant quand on le compare aux 180 tours à peu près uniformément appliqués dans le système Baudot, quelles que soient la nature et la longueur du conducteur. Mais il faut remarquer que ces chiffres ne prennent leur véritable valeur que si on les compare au nombre de segments de la couronne de transmission du distributeur. Un quadruple Baudot à 24 segments, tournant à 180 tours à la minute, envoie un plus grand nombre d'émissions ($24 \times 180 = 4320$) qu'un double américain à 10 segments, à la vitesse de 360 révolutions à la minute ($10 \times 360 = 3600$).

Dans le système américain, on utilise simultanément deux procédés pour adapter l'appareil au conducteur desservi : on fait varier le taux de la vitesse et aussi le nombre des secteurs ; mais remarquons que toute augmentation de vitesse est compensée par la diminution parallèle du nombre des secteurs.

En France, avec le Baudot, un seul procédé est appliqué : une vitesse de régime uniforme, 180 tours à la minute, mais faculté de prendre des installations à un nombre de secteurs plus ou moins grand, suivant le trafic. Ainsi, on exploite le sextuple à 35 segments qui fournit 6300 émissions à la minute.

A ma connaissance, il n'existe pas de sextuple dans le type américain ; mais s'il était réalisé, il est probable que sa vitesse de régime devrait se tenir dans le voisinage de 200 tours à la minute, sur un fil de cuivre de 500 km.

M. Devaux-Charbonnel, dans une étude remarquable de la propagation du courant électrique sur les conducteurs télégraphiques, conclut que sur un fil de cuivre de 500 km. et de 0 m. 0025 de section, on pourrait atteindre, avec le Baudot, une vitesse de transmission de 125 émissions à la seconde, soit 7.500 à la minute. Or le Baudot sextuple à 35 segments a déjà travaillé sur des lignes de cette nature et de dimensions identiques, à 180 tours à la minute, soit $35 \times 3 = 105$ émissions à la seconde. Pour atteindre le maximum indiqué par M. Devaux-Charbonnel, il suffirait de porter la vitesse à 210 tours. Si les calculs de l'auteur sont exacts, ce rendement ne pourra être dépassé avec l'appareil américain.

D'ailleurs cette vitesse de régime de 180 tours du Baudot n'est pas un maximum : sur des fils de 500 km. desservant des agences de journaux (*Salut public* de Lyon), on a travaillé à 210 tours, sans modification d'aucun organe. Il est probable qu'on pourrait faire mieux au prix de quelques retouches des appareils. Mais ceci entraînerait à des transformations assez profondes du système Baudot.

En effet, actuellement, on se trouve astreint, dans ce système, à une vitesse de régime à peu près uniforme pour deux raisons. D'abord parce qu'un synchronisme doit exister entre le distributeur et les traducteurs qu'il alimente et, de plus, parce que la transmission manuelle exige une cadence variant peu, l'expérience a révélé que des agents accoutumés à travailler avec une vitesse donnée éprouvent des difficultés pour travailler en cadence lorsque la vitesse est diminuée ou augmentée d'une quantité notable. Ainsi, par exemple, quand on passe de 180 tours à 165, les opérateurs lèvent les doigts trop tôt, c'est-à-dire avant que les balais du distributeur aient parcouru tous les segments du secteur desservi ; il s'en suit que les émissions de travail des derniers segments sont écourtées ou même totalement supprimées.

Léréglage des vitesses des traducteurs est une opération assez longue, car elle doit être répétée sur chaque traducteur ; elle ne présente cependant pas de difficulté. D'ailleurs, en admettant qu'on puisse prendre des vitesses supérieures à 220 tours, on devrait munir les modérateurs des traducteurs de ressorts plus forts que les ressorts actuels, et revenir à ces derniers lorsqu'on reprendrait une vitesse plus basse. Il en serait de même pour le régulateur. C'est dire que ces changements ne pourraient être faits rapidement et ne seraient pas pratiques.

Donc, pour conclure, si l'on veut profiter des perfectionnements apportés au système fondamental par les Américains, on doit adopter :

1° la transmission automatique telle qu'elle est réalisée dans le Multiplex ;

2° le moteur La Cour pour le distributeur, avec la correction électrique des écarts de synchronisme ;

3° un traducteur non tournant (type Eglin, par exemple) ;

4° des sources électriques capables de débiter de 5 à 10 ampères, cette intensité étant nécessaire pour actionner, tout à la fois le moteur du distributeur, les perforateurs et les transmetteurs mécaniques d'un quadruple américain.

UN DON DE M. BRANLY

AU MUSÉE DES POSTES ET TÉLÉGRAPHIES

Le Musée des Postes et Télégraphes vient de s'enrichir de quelques objets intéressants pour l'histoire de la Télégraphie sans fil : M. Édouard Branly, en effet, lui fait don de quatre petits instruments originaux, se rapportant à la découverte de son célèbre « tube à limailles », dénommé ensuite radioconducteur, puis *cohéreur*, et grâce auquel la T. S. F. a pris naissance.

Le premier de ces objets servait à des expériences courantes de laboratoire : le savant physicien en étudiant l'influence de la lumière sur la conductibilité des métaux en couches minces, avait inséré dans un circuit, avec une pile et un galvanomètre, une lame de verre platiné, soutenue par un support en ébonite, avec prises de contact (fig. 1). Après avoir éclairé cette lame de diverses façons et observé les résultats, il fit usage de la lumière d'une étincelle électrique, dont la richesse en rayons violets pouvait donner lieu à des remarques intéressantes. Grande fut sa surprise en constatant une augmentation de conductibilité qui, au lieu d'être fugitive comme l'éclairement lui-même, ainsi que cela avait lieu dans bien d'autres cas, persistait et présentait des caractères irréguliers. M. Branly fit alors varier à l'infini ses expériences, il acquit même la conviction que la lumière n'était pour rien dans le phénomène et qu'il fallait l'attribuer à un effet de l'étincelle étranger à sa lumière. Examinant de plus près sa lame de verre, il remarqua qu'il avait affaire, non pas à une couche continue de platine, mais à la juxtaposition d'une infinité de petits grains métalliques, formant un conducteur plus ou moins discontinu ; il renouvela l'expérience à l'aide de poudre de cuivre porphyrisé, appliquée au brunissoir, sur du verre ou de l'ébonite, et obtint des variations de résistance infiniment plus considérables. Le radio-conducteur était découvert.

M. Branly entreprit alors de faire varier la nature du métal expérimenté, ainsi que les conditions de dimensions, de compression, d'agglutination des particules.. C'est le but que rem-

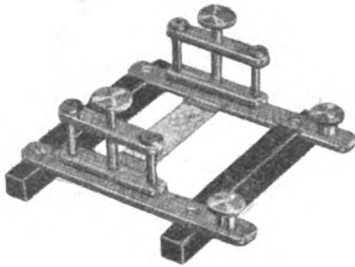


Fig. 1.



Fig. 2.

plissait un second instrument, qui consiste en un tube d'ébonite, de 17 millimètres de diamètre intérieur, fermé à sa base par un bouchon en laiton (fig. 2); une limaille était déposée dans le fond du récipient, un cylindre de laiton jointif, introduit dans le tube, venait comprimer la limaille; la pression pouvait même être augmentée à l'aide de poids additionnels, dont on chargeait un plateau coiffant le cylindre à sa partie supérieure. L'embase métallique et le cylindre sont munis de bornes pour l'insertion dans le circuit d'expérience.

Un troisième radio-conducteur vint ensuite, établi sur le même principe. C'est un tube de verre, dans lequel on introduit la limaille (fig. 3); il n'a plus que 2 millimètres de diamètre intérieur; la tige de cuivre qui comprime la limaille est munie, de même, d'un plateau destiné à recevoir des poids.

Le quatrième appareil est plus pratique; il se compose d'un tube de verre de 4 millimètres de diamètre, dans lequel s'engagent deux tiges de cuivre terminées chacune par un petit cylindre en argent (fig. 4); ces tiges sont elles-mêmes supportées par des colonnettes munies de vis de serrage: on peut régler à volonté l'enfoncement des tiges dans le tube de verre et faire varier à la main la compression de la limaille, placée entre les deux cylindres d'argent.

Ces quatre appareils rappellent l'enchaînement des faits qui ont conduit l'éminent professeur à la construction du cohéreur devenu classique, et à l'aide duquel il procéda à des expériences

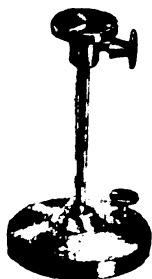


Fig. 3.

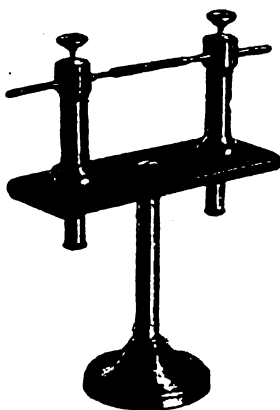


Fig. 4.

restées célèbres, pour la fermeture d'un circuit à distance, expériences qui constituent, en réalité, les premiers pas de la télégraphie sans fil ; et si, dans la voie des réalisations pratiques, M. Marconi, en 1899, réussit la première expérience décisive à grande distance, entre Douvres et Wimereux, le savant français n'en conserve pas moins la gloire d'avoir ouvert la voie ; et M. Marconi, lui-même, avec une loyauté qui l'honore, lui en rendit hommage en lui adressant le premier télégramme expédié par-dessus la mer, et qui est ainsi conçu :

« M. Marconi envoie à M. Branly ses respectueux compliments par le télégraphe sans fil à travers la Manche, ce beau résultat étant dû en partie aux remarquables travaux de M. Branly. »

Ainsi naquit la T. S. F., et les précieux documents que vient de recueillir le Musée des Postes et Télégraphes témoigneront de l'effort français, dans cette branche de la science comme dans toutes les autres.

Service d'Études et de Recherches Techniques

DE L'ADMINISTRATION DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

Pile à dépolarisation par l'air.

Cette pile a été imaginée par M. Féry, docteur ès sciences, professeur à l'École municipale de physique et de chimie industrielle de la ville de Paris. Ses caractéristiques ont déjà été indiquées dans les *Annales des Postes et Télégraphes* (année 1917, page 303). L'électrode positive est un cylindre vertical de charbon d'une nature assez poreuse, l'électrode négative une plaque de zinc déposée horizontalement au fond de l'élément et le liquide excitateur une solution de sel ammoniac. Le charbon joue le rôle de catalyseur entre l'oxygène de l'air et l'hydrogène provenant de l'électrolyse. Cette opération dépolarisante est facilitée par l'éloignement du zinc, métal très oxydable qui pourrait fixer de l'oxygène à son détriment et à celui de la constance de la pile si on ne le plaçait pas au fond de l'élément.

Le Service d'études des Postes et Télégraphes a mis la pile Féry à l'essai dans des bureaux télégraphiques et dans des appareils téléphoniques à batterie locale. Les bureaux télégraphiques de Saint-Cyr-l'École (exploité au Morse) et de Saint-Denis-sur-Seine (exploité au Hughes) fonctionnent avec une pile Féry depuis le mois de septembre 1918 ; depuis cette époque, les piles de ces deux bureaux se sont maintenues rigoureusement constantes. A Saint-Cyr, après 250 jours de service, les zincs n'ont perdu que 8 grammes chacun ; l'appareil Morse de ce bureau a cependant fourni un travail intense à cause de l'importance que le centre aéronautique de Saint-Cyr avait prise pendant la guerre. La constance de la pile est une qualité extrêmement importante et qui n'existe pas avec les éléments à sac.

Dans les appareils téléphoniques à batterie locale, la pile Féry

a été employée avec un égal succès. Il faut monter deux éléments en série pour obtenir dans le microphone un courant de l'ordre de 100 milliampères. Comme cette pile ne vieillit pas au repos, elle est certainement supérieure à la pile à liquide immobilisé. Dans les installations téléphoniques d'abonnés comportant des piles d'appel, la pile Féry donne également de bons résultats.

La pile Féry coûte moins cher que les piles à bioxyde de manganèse et lorsque son zinc est usé, il suffit de renouveler le zinc et la solution ammoniacale pour avoir une pile neuve. A ce moment, son emploi devient beaucoup moins coûteux que celui des piles à bioxyde de manganèse qu'il faut renouveler totalement.

Le Comité technique des Postes et Télégraphes a été saisi des résultats des expériences relatées ci-dessus et il a émis l'avis, considérant l'importance de ces résultats et celle des économies que l'emploi généralisé de la pile Féry est susceptible de faire réaliser à l'Administration, que cette pile devait être employée dans les services télégraphiques et téléphoniques.

Au sujet des redresseurs à vapeur de mercure.

Les dynamos à courant continu, habituellement employées pour la charge des batteries centrales des bureaux, présentent aux bornes une différence de potentiel qui n'est pas rigoureusement constante, mais qui présente de légères ondulations. Ces ondulations sont sans inconvénient dans les applications ordinaires de l'électricité, telles que la charge des batteries d'accumulateurs, mais elles sont souvent assez intenses pour agir sur les récepteurs téléphoniques par dérivation ou par induction.

Les redresseurs à vapeur de mercure sont maintenant employés dans un grand nombre d'installations pour la charge des batteries d'accumulateurs, et il est intéressant, à cet égard, d'être renseigné sur la forme de l'onde de potentiel qu'ils émettent.

L'examen oscillographique de cette onde a été fait au laboratoire du Service d'études et de recherches techniques, au sujet d'essais actuellement en cours, sur un redresseur 110 v. 10 a.

Comme le redresseur de courant à vapeur de mercure ne fonctionne qu'à circuit fermé et qu'il se désamorce quand on ouvre le circuit d'utilisation, l'oscillographe protégé par une résistance

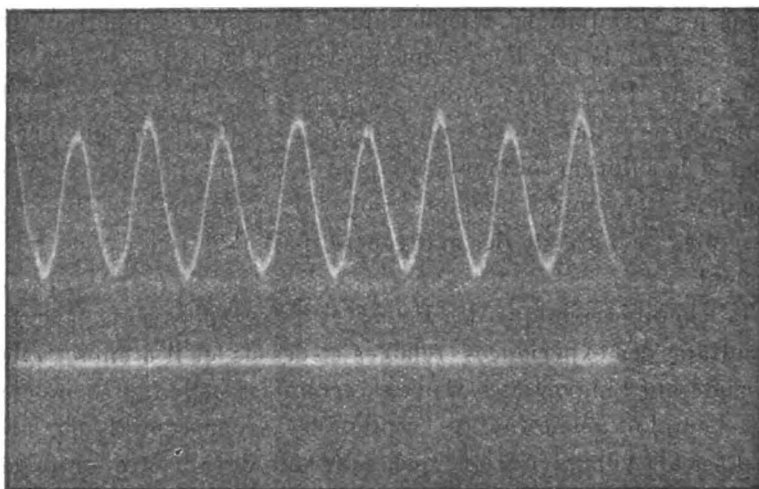


Fig. 1. — Courant redressé.

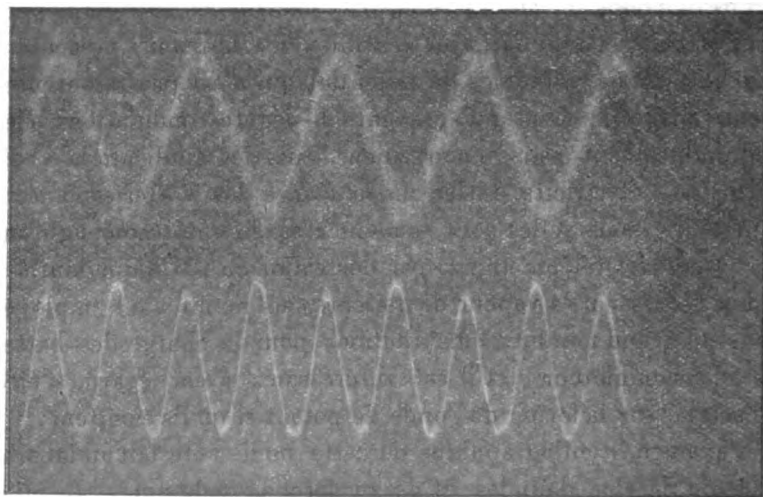


Fig. 2. — Courant alternatif et courant redressé.

de 5.000 ohms a été monté en dérivation, sur un circuit dans lequel l'appareil soumis à l'essai débitait un courant de 10, 4 ampères sous 106 volts.

La courbe de courant obtenue a la forme indiquée à la figure 1, dans laquelle le trait horizontal représente le zéro. On voit que les oscillations sont très importantes par rapport à la partie continue. Malgré cela elles ne sont pas très gênantes car un appareil téléphonique mis en dérivation dans le circuit rend un son très grave et assez net qui ne peut troubler une communication, au moins quand la ligne est en bon état (1).

Chariot dérouleur pour la pose des lignes aériennes.

Les procédés de construction des lignes téléphoniques employés en Amérique diffèrent en de nombreux points de ceux usités en France. Cette différence tient à de nombreuses causes : rareté et prix élevé de la main-d'œuvre aux États-Unis, nécessité de construire des lignes importantes sur des espaces très étendus, en outre, conditions d'accès aux propriétés différentes des nôtres.

Il est intéressant d'étudier ces procédés et d'examiner la possibilité de les introduire dans notre pays. Bien qu'il s'agisse de procédés parfaitement étudiés par ailleurs, certaines précautions sont nécessaires, en raison de la différence des conditions dans les deux pays.

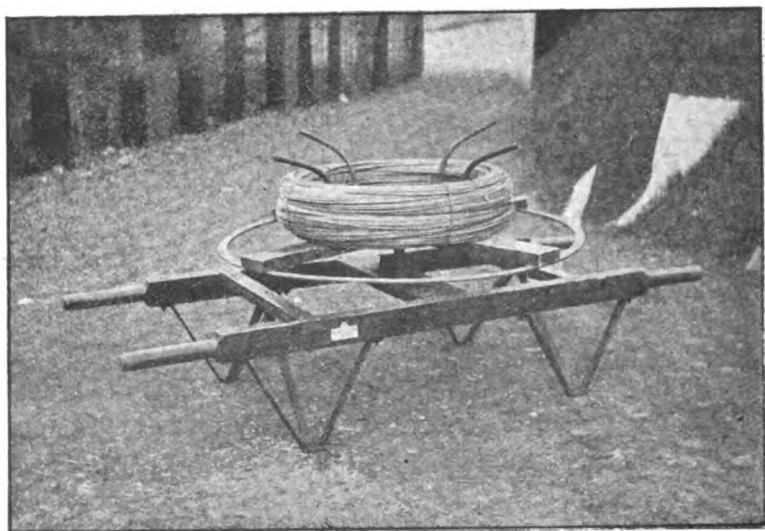
Parmi les procédés américains un des plus intéressants est celui employé pour la mise en place du fil sur les appuis et dans lequel les 10 fils d'une traverse sont déroulés ensemble et amenés en même temps sur les appuis. C'est l'emploi de ce procédé qu'étudie actuellement le Service d'études avec le concours du Service extra-muros de la région de Paris.

Chaque couronne de fil à dérouler est placée sur une dérouleuse d'un modèle spécial ; la dérouleuse reste fixe pendant l'opération, le fil étant tiré par le bout.

(1) Les dimensions du cliché n'ont pas permis de placer sur la figure 2 le zéro de la courbe du courant redressé dont les oscillations ont une fréquence double de celle du courant alternatif.

La dérouleuse est constituée par un plateau horizontal, mobile sur un axe vertical. Dans certains modèles le plateau métallique est remplacé par quatre traverses de bois, placées en croix, et entourées d'un cercle de fer.

La couronne de fil à dérouler est placée sur le plateau. Quatre tiges de fer courbées à la partie supérieure, maintiennent la couronne en position. Ces tiges de fer sont vissées sur le plateau ; elles peuvent facilement être enlevées ou retournées pour la mise en place de la couronne.



Enfin un œil fixé au bâti sert à guider le fil pendant le déroulage.

Dans certains modèles, le plateau est monté sur billes ; il est très mobile, et l'effort à exercer au bout du fil est relativement faible.

Les dérouleuses sont démontables ; elles peuvent être transportées et montées sur le chantier. Pendant le déroulage elles doivent être fixées solidement sur un support lourd ; pour que le déroulage se fasse facilement, il faut que le fil se déroule de *haut en bas* ; si le fil s'échappait par la partie inférieure de la

couronne, la spire qui s'échappe serait comprimée sur le plateau par le poids de la couronne, et le déroulage serait difficile. Avec la précaution que le fil s'échappe par le côté haut de la couronne, il ne se produit pas de coques pendant le déroulage.

A son extrémité le fil est tiré soit à bras, soit au moyen d'un tracteur, soit par un cheval. Quand on déroule plusieurs fils en même temps, ils sont attachés à une chape qui est reliée à l'organe tracteur. Pour que les croisements puissent se faire facilement, les fils sont attachés à la chape au moyen de porte-mousquetons, dont on détache les fils quand cela est nécessaire.

Le déroulage se fait de la manière suivante : chaque couronne de fil à dérouler est placée sur une dérouleuse. Les fils fixés à la chape par leur bout libre sont tirés à leur extrémité.

Sur une ligne simple, la chape est passée sur la traverse ; en même temps l'ouvrier monté sur le poteau passe le fil dans les colliers, ou sur les oreilles de l'isolateur. Aux appuis de rotation les fils devant croiser sont détachés du porte-mousqueton et intervertis.

Il est souvent avantageux de placer les dérouleuses sur un camion : elles se déplacent ainsi plus facilement et plus vite qu'à bras, et la durée de l'immobilisation de l'équipe entre deux tirages est considérablement réduite.

Le fil étant amené sur les appuis est ensuite soudé et réglé à la manière ordinaire.

Les dérouleuses peuvent encore servir comme enrouleuses pour la relève des fils, après la pose d'une ligne souterraine par exemple ; elles sont munies à cet effet d'une manivelle.

Instruction sur la construction et l'entretien des lignes aériennes (2^e édition).

L'Administration vient de faire distribuer au personnel intéressé une deuxième édition de l'Instruction sur la construction et l'entretien des lignes aériennes.

Le plan de cette deuxième édition, élaborée par le Service

d'Études et de Recherches techniques, est le même que celui de la première, mais le *texte* est mis complètement à jour : on y trouvera les nouvelles prescriptions concernant les guérites et les boîtes de coupure, l'emploi des haubans souples fournis par l'Administration, la longueur de la portée dans les courbes, la distance minimum des fils aux rails de chemins de fer, la hauteur des fils au-dessus des voies publiques ; le tableau donnant les caractéristiques des conducteurs est complété par l'adjonction des valeurs relatives aux fils bimétalliques ; en outre, les erreurs qui s'étaient glissées, tant dans les figures que dans le texte et les tableaux numériques, ont été corrigées avec soin.

Le *format*, légèrement plus grand que celui de la première édition (130×180 au lieu de 102×150), reste néanmoins un « format de poche ». D'autre part le volume s'ouvre non plus à l'italienne, mais à la française, c'est-à-dire comme un livre ordinaire.

Enfin, l'adjonction d'un *Index alphabétique* très détaillé facilitera beaucoup l'usage pratique de cette Instruction.

COMITÉ TECHNIQUE DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

Petite station téléphonique automatique interurbaine.

M. Bazille, ingénieur en chef des Télégraphes en retraite, a proposé une petite station téléphonique automatique interurbaine dans le but d'obvier à la trop grande limitation du service téléphonique dans les bureaux municipaux et pour donner la possibilité à des abonnés — qui communiquent rarement entre eux — d'atteindre eux-mêmes le bureau de l'État à service plus complet ou bien d'être sélectionnés par ce bureau aux heures de fermeture du bureau municipal.

Dans la station automatique proposée, un commutateur permettrait de passer à volonté de la position « manuel » à la position « automatique ». Chaque ligne d'abonné comporterait un jack, un annonceur d'appel à deux enroulements et deux relais convenablement connectés. Cet équipement, relativement simple, ne comporte pas l'emploi d'organes tournants et pourrait se monter sur les tableaux standards actuels. Au bureau à service complet, il y aurait une clé de sélection constituée par une manette tournant devant un cadran.

Le Comité Technique a émis l'avis qu'un appareil serait construit pour être mis à l'essai.

Instruction sur l'installation de l'éclairage électrique à l'intérieur des locaux de l'Administration.

Cette Instruction préparée par le Service d'Études et de Recherches Techniques a été approuvée par le Comité Technique. Elle est actuellement à l'impression. Elle contient d'abord l'indication des principes selon lesquels doit être réalisé l'éclairage d'un local.

On y trouve ensuite des données précises sur la préparation

des projets d'installation et des planches représentant des projets complets d'installations de nature et d'importance diverses.

Il y est enfin traité de l'exécution des travaux : pose des tableaux de distribution, des conducteurs, des coupe-circuits, des commutateurs, interrupteurs ou prises de courants, des appareils d'éclairage.

Le dernier chapitre est consacré à la vérification des installations.

COMPTE RENDU DES PÉRIODIQUES

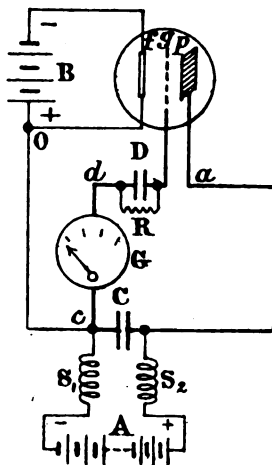
Revue française, par M. TAPPIN, Inspecteur des Postes et Télégraphes.
— Revue étrangère, par MM. HAMEL et REYNAUD-BONIN, Ingénieurs des Postes et Télégraphes.

PÉRIODIQUES EN LANGUE FRANÇAISE

Oscillations électriques non amorties de courte longueur d'onde. — Note de MM. GUTTON et TOULY, transmise par M. A. Blondel (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, février 1919). — Au cours des études faites dans les laboratoires de la Radiotélégraphie militaire, en vue de l'application des lampes, valves à trois électrodes à la génération des ondes longues utilisées en T.S.F., nous avons réalisé un appareil permettant d'entretenir des oscillations aussi fréquentes que les oscillations de Hertz.

Pour obtenir des oscillations de longueurs d'onde aussi courtes, nous avons constitué le circuit oscillant avec la capacité très faible du condensateur formé par la grille et la plaque de la lampe et la self-induction des seuls fils de connexion nécessaires.

La plaque p et la grille g de la lampe sont réunies par un fil acd , sur lequel est intercalé un condensateur de capacité relativement grande $\left(\frac{1}{1.000} \text{ à } \frac{2}{2.000} \text{ de microfarad}\right)$ chargé par une batterie d'accumulateurs A. L'armature positive est reliée à la plaque, l'armature négative est réunie, d'une part à la grille, d'autre part au filament. On chauffe ce filament en y faisant passer un courant fourni par la batterie d'accumulateurs B.



Lors de l'allumage de la lampe, l'établissement du courant de plaque fait naître, le long du fil a , une force électromotrice de self-induction qui commence à faire osciller le circuit $pacdg$. Les variations périodiques du potentiel de la grille provoquent alors des variations d'intensité du courant de plaque et une force électromotrice alternative le long du fil a . Cette force électromotrice augmente l'amplitude des oscillations primitives, puis les entretient à intensité constante.

La condition d'entretien et la condition à réaliser afin d'obtenir la plus grande amplitude possible sont les mêmes que dans le cas des oscillations de grandes longueurs d'onde. On doit se tenir près de la limite d'entretien. Pour construire un oscillateur, on se donne la longueur du fil cd et l'on détermine par des essais la longueur du fil a la plus favorable. La longueur d'onde obtenue est d'autant plus courte qu'on a choisi un fil cd plus court et de plus grand diamètre.

Sur le fil cd , on intercale un petit ampèremètre thermique qui indique l'intensité efficace du courant de haute fréquence obtenu. Pour les ondes courtes, le fil de cet ampèremètre constitue la majeure partie de la self cd .

Il est bon d'ajouter, sur le circuit oscillant du côté de la grille, un condensateur D d'une capacité égale à quelques dix-millièmes de microfarad et une résistance R de 10.000 ohms en dérivation entre les armatures. Cette disposition, en abaissant le potentiel moyen de la grille, diminue beaucoup les intensités moyennes des courants, sans réduire l'amplitude des oscillations. L'échauffement de la grille et de la plaque de la lampe se trouve donc diminué.

Deux bobines S_1 et S_2 empêchent les oscillations de se propager entre le circuit oscillant et la batterie d'accumulateurs A . Leur présence permet de rendre le réglage indépendant de la position des fils qui viennent de cette batterie. Enfin le fil de retour co au filament doit être maintenu dans la position pour laquelle l'appareil a été réglé : on lui donne la forme pour laquelle l'induction par le circuit oscillant est réduite au minimum.

La force électromotrice de la batterie A étant 320 volts et en employant une lampe de petit modèle de la Radiotélégraphie mili-

taire, on abaisse facilement la longueur d'onde jusqu'à 3 mètres. L'intensité efficace du courant oscillant dépasse l'ampère.

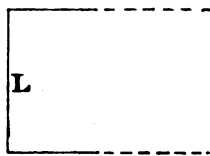
En remplaçant l'ampèremètre thermique par une ampoule de lampe de poche, on arrive à abaisser encore la longueur d'onde.

Enfin, nous avons obtenu des ondes de moins de 2 mètres, en utilisant une lampe de plus petite capacité et en intercalant sur le circuit oscillant, entre le condensateur C et l'ampèremètre G, un condensateur de capacité aussi faible que celui de la lampe valve. On assure alors le retour au filament des courants moyens de plaque et de grille par deux fils distincts dont on règle convenablement la self-induction.

Un résonateur de Hertz, au ventre de courant duquel on dispose une petite lampe, permet d'explorer le champ de l'oscillateur. On peut aussi employer un résonateur, au ventre de tension duquel on place un tube à néon.

Les résonances obtenues présentent un degré d'acuité remarquable et permettent par suite un accord très précis.

Le long d'une ligne L de deux fils parallèles, les oscillations entretenues donnent naissance, pour les longueurs convenables de la ligne et pour celles-là seulement, à un système d'ondes stationnaires sans amortissement. On répète facilement et avec une très grande précision les expériences de Hertz sur la propagation le long des fils (1).



Pour des recherches sur les oscillations électriques, l'emploi d'ondes entretenues présente de nombreux avantages. Le courant a une amplitude constante mesurable. Si l'oscillateur est réglé près de sa limite d'entretien, les vibrations harmoniques sont extrêmement faibles. Les inconvénients nombreux qui résultent, lors de l'emploi des étincelles, des longs arrêts qui séparent deux étincelles consécutives, disparaissent. Les mesures acquièrent une grande pré-

(1) Notre dispositif permet le couplage par induction que n'avait pu réaliser le montage de W.-C. White (*General Electric Review*, t. XIX, 1916, p. 774) et de produire des ondes de longueurs beaucoup plus courtes.

cision et l'on peut signaler parmi les applications immédiates des oscillateurs que nous venons de décrire, leur emploi à la mesure précise, dans des conditions simples et bien définies, des constantes diélectriques.

Un microphone à alvéoles multiples. — Note de MM. A.

SORET et R. COUESPÈL, transmise par M. Lippmann (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, septembre 1919). — I. Dans les nombreuses recherches que nous avons faites en vue de perfectionner l'appareil de volume très réduit que l'un de nous a présenté à l'Académie, il y a quelques années, sous le nom d'audiphone bilatéral, nous avons reconnu un inconvénient sérieux à l'emploi d'un microphone dont la pastille de charbon ne porte qu'un nombre restreint d'alvéoles (3, 6 ou 10 au plus), chacune de ces alvéoles contenant un assez grand nombre de grenailles, inconvénient encore plus marqué s'il s'agit d'une seule cavité remplie de poussières ou grenailles de charbon.

II. Il y a un gros avantage à éviter le contact des grenailles entre elles, et par suite leur tassement, à ne permettre, au contraire, que le contact individuel de chaque grenaille avec la lame vibrante sur laquelle elle s'appuie.

On obtient alors une sensibilité de l'appareil et une pureté des sons bien supérieures, ainsi qu'une constance remarquable (toujours constatée à l'ampèremètre) dans le fonctionnement de l'appareil.

Nous avons donc réalisé un nouveau transmetteur microphonique en multipliant ces contacts individuels des grenailles avec ladite lame vibrante et, pour cela, nous pratiquons dans la pastille de charbon, non plus 3, 6 ou 10 alvéoles, mais un très grand nombre de diamètres réduits et ne contenant chacune qu'une grenaille. Avec environ 220 alvéoles dans une pastille de 27 mm. de diamètre, nous avons ainsi établi autant de contacts indépendants et directs de grenaille à lamelle ; le résultat a été absolument remarquable.

III. Les mêmes qualités de pureté du son perçu et de sensibilité de l'appareil, qui permettent d'entendre nettement une personne parlant à voix basse à plus d'un mètre de l'appareil, sont encore

accrues par l'emploi de lamelles vibrantes extra minces et polies. La faible épaisseur de ces lamelles qui ne dépasse pas 2/10 de millimètre et qu'il convient de ne pas réduire au-dessous de ce chiffre exige, à cause de leur diamètre relativement grand, quelques précautions pour leur polissage reconnu également des plus utiles.

IV. Nous ajouterons que le réglage micrométrique de la portée réceptrice contiguë au microphone contribue à obtenir un rendement supérieur que nous pensons avoir porté au maximum.

L'enregistrement photographique des messages de

T. S. F. (*Génie civil*, octobre 1919). — D'après le *Scientific American*, du 14 juin, des ingénieurs de la marine américaine ont pu recevoir et enregistrer régulièrement les messages sans fil au moyen de la photographie, à la station réceptrice de Otter Cliffs, près de Bar Harbor (État de Maine).

L'appareil employé à cet effet est l'œuvre d'un des ingénieurs de la General Electric Co, M. G. A. Hoxie. Non seulement une telle innovation permet de contrôler optiquement la réception qui se fait ordinairement à l'oreille, mais elle est suffisante pour permettre d'affecter à la réception des opérateurs sourds dont l'emploi était jusqu'ici impossible, et la réception enregistrée laisse subsister un document qui peut servir au contrôle des messages. Enfin, l'appareil Hoxie assure une grande vitesse de réception et une grande sûreté dans la traduction des messages chiffrés. Il aurait même, paraît-il, permis de recevoir et d'interpréter des messages envoyés à grande vitesse et brouillés par des effets parasites qui les rendaient indiscernables pour la réception à l'oreille.

Les vitesses de réception réalisées atteignent 400 à 600 mots par minute, chiffre dont n'approche aucun des modes de réception mis à l'épreuve jusqu'ici, y compris la réception phonographique qui est pourtant la plus rapide des méthodes existantes, mais a l'inconvénient d'exiger une transcription et de ne pas laisser de moyens de contrôle optique.

Jusqu'ici, c'était la réception qui, avec une vitesse n'atteignant pratiquement que 20 à 35 mots par minute, limitait l'activité des postes de T.S.F., tandis qu'avec le nouvel appareil, la vitesse de

réception est portée au delà des valeurs actuellement réalisables pour la vitesse de transmission.

La nouvelle méthode d'enregistrement rappelle la méthode oscillographique. Un petit miroir traduit par des oscillations les traits, les points et les silences des messages de T.S.F., et renvoie sur un ruban sensible, entraîné par moteur électrique, un pinceau lumineux provenant d'une source fixe. Après passage automatique dans un bain de fixation et un bain de lavage, le ruban enregistreur porte la trace permanente des légères oscillations du miroir autour de sa position moyenne, trace dont la largeur traduit avec évidence les traits et les points du message, tandis que, dans les intervalles, apparaissent les segments de droite correspondant à l'ordonnée moyenne, et qui traduisent les silences. On peut enregistrer 10.000 mots sur un ruban de 300 mètres de longueur et sans attendre les trois ou quatre minutes nécessaires au séchage du ruban après fixation et lavage, on peut suivre la transmission par vision directe, comme on le fait à l'oscillographe pour les ondulations des courants variables.

La syntonisation adjointe à ce récepteur lui a permis de recevoir, sans interférence sensible, un message transmis avec une fréquence de trains d'ondes de 1.000 périodes par seconde, pendant qu'une transmission parasite était faite à la même antenne, dans un but expérimental, à la fréquence très voisine de 975 périodes par seconde.

Aussi espère-t-on qu'une seule antenne permettrait à un poste, utilisant plusieurs de ces appareils, avec une syntonisation appropriée de chacun des récepteurs, une réception simultanée des messages provenant de plusieurs sources ayant des longueurs d'onde différentes.

Applications électriques du sélénium (*Revue scientifique*, septembre 1919). — M. Louis Ancel, qui a consacré de longues et fructueuses recherches à étudier les propriétés du sélénium, a publié dans *Chimie et industrie* (1^{re} mars 1919) un article intéressant sur le sélénium et ses applications actuelles.

Le sélénium se présente sous plusieurs états allotropiques : sélé-

nium vitreux, amorphe, colloïdal, cristallisé rouge, cristallisé gris ou métallique.

Le sélénium vitreux, qui n'est pas conducteur de l'électricité, se transforme sous l'influence de la chaleur seule dans la modification métallique conductrice de l'électricité, ou, sous l'influence combinée de la chaleur et de la pression, en une modification plus conductrice encore que la variété métallique ordinaire. Cette conductibilité se trouve fortement augmentée lorsque le sélénium est mélangé à des poussières métalliques.

Lorsque, comme l'a constaté M. Ancel, quelques fragments de poussières métalliques ou de sélénium vitreux fondu et préalablement frotté sur un métal sont mélangés à du sélénium vitreux pur, ce dernier se transforme, sous l'influence de la chaleur seule ou plus rapidement encore sous l'influence de la chaleur et de la pression, en une variété de sélénium tellement conductrice que la conductibilité est voisine de celle d'un métal. Une cellule sensibilisée dans ces conditions est pratiquement inutilisable.

Il en résulte qu'il faut employer, pour constituer les cellules de sélénium, un support ne contenant aucune parcelle métallique ou conductrice et n'absorbant pas l'humidité. La porcelaine et certaines variétés de stéatite conviennent bien.

Cellules au sélénium. — Les principales applications du sélénium dérivent de la propriété photo-électrique découverte en 1873, par May, préparateur de Willoughby Smith : la conductibilité d'un barreau de sélénium cristallisé augmente ou diminue proportionnellement à l'éclairement qu'il reçoit.

M. Ancel a perfectionné les dispositifs réalisés depuis cette époque dans ses cellules industrielles à empilages de plaques métalliques séparées par des feuilles isolantes très minces. Toutes les plaques sont boulonnées ensemble par des boulons soigneusement isolés, les plaques paires réunies à une borne, les plaques impaires à l'autre borne par des conducteurs brasés sur les plaques. Une des faces de l'empilage est très soigneusement dressée et ajustée, l'isolant étant au même niveau que la tranche des plaques, de façon à avoir une surface rigoureusement plane et non parsemée de rigoles. Sur cette surface bien unie, on coule du sélénium en couche infiniment mince

et on l'amène, dans les conditions décrites plus haut, à la modification cristalline gris violacé.

Ces cellules à empilage sont robustes, mais elles ont une sensibilité moindre et une inertie plus accentuée que les cellules extra sensibles, dites à bobinage.

Les cellules à bobinage sont construites de la manière suivante : sur un support isolant, de nature appropriée, sont bobinés deux fils métallique nus, de cuivre par exemple, bien isolés et à une très faible distance l'un de l'autre, mais toujours parallèlement l'un à l'autre.

Deux des extrémités sont libres, les deux autres constituent les pôles de l'appareil. Si le support est plat, on recouvre une des faces ainsi bobinées de sélénium fondu que l'on amène à l'état cristallin gris violacé par un traitement spécial, sous une pression modérée : si le support est cylindrique, toute la surface du cylindre doit être sélénisée. Dans les cellules construites par M. Ancel, l'écartement entre les deux fils est de 0,04 millimètre et est obtenu mécaniquement à l'aide d'un tour à bobiner spécial. Le diamètre du fil est assez faible et varie généralement entre 1 et 5 dixièmes de mm.

Deux propriétés importantes des cellules doivent être considérées : leur sensibilité et leur inertie.

Pour mesurer la sensibilité d'une cellule éclairée par une source lumineuse d'intensité constante (une bougie par exemple) à des distances croissantes, on opère de la manière suivante : la cellule est disposée verticalement sur un support fixe, la hauteur de la flamme correspondant au centre de la surface sensible. On intercale un milliampèremètre et un accumulateur dans un circuit relié à la cellule. On déplace la bougie sur une ligne perpendiculaire à la surface de la cellule et on note à la fois l'indication du milliampèremètre et la distance de la bougie à la cellule. On construit la courbe de sensibilité en portant en ordonnées les intensités exprimées en milliampères et en abscisses les distances. La courbe obtenue montre que la sensibilité décroît d'abord très rapidement et se maintient ensuite à une valeur à peu près constante au fur et à mesure que la distance augmente.

La mesure de l'inertie est importante pour un grand nombre

d'applications, car il est nécessaire que la cellule obéisse sans retard aux variations d'éclairement qu'elle reçoit. Il n'en est souvent pas ainsi avec le sélénium et l'on a cherché, soit à compenser cette inertie par des dispositifs parfois compliqués, soit, mieux, à la diminuer. C'est cette dernière solution que M. Ancel a adoptée et il a pu arriver à obtenir des cellules dont l'inertie est de l'ordre de 0,02 seconde.

Pour mesurer cette inertie, M. Ancel utilise la méthode suivante : on dispose la cellule à 10 cm. d'une lampe à incandescence de 16 bougies réunie à un accumulateur de 4 volts et à l'électro-aimant inscripteur d'un appareil enregistreur. Un deuxième électro-aimant inscrit sur le même cylindre les vibrations d'un diapason donnant le centième de seconde ; et un troisième est intercalé dans un circuit comprenant la lampe qui éclaire la cellule et le contact d'un pendule électrique. La lampe électrique s'éclaire lorsque le contact est établi et s'éteint aussitôt après. Sur le graphique obtenu, on lit aisément le retard mis par la cellule à suivre les variations d'éclairement.

Photographie de la parole. — Les cellules au sélénium permettent de reproduire les sons par la photographie.

On impressionne d'abord un film photographique ordinaire par les rayons lumineux émanés d'un *arc chantant*. L'arc chantant est constitué, comme on le sait, par un arc alimenté par du courant continu dans le circuit duquel est intercalé l'enroulement secondaire d'un transformateur dont le primaire est relié à un microphone et à une batterie de piles. Le foyer de la lentille se trouve sur la surface du film qui se déroule dans une chambre noire munie d'une fente parallèle à la lentille.

Quand on parle devant le microphone, les modulations de la voix modifient l'intensité lumineuse de l'arc ; le film, en se déroulant d'un mouvement continu, enregistre, après développement et fixage, des variations d'intensité lumineuse sous forme de bandes alternativement claires et obscures.

Si l'on éclaire ensuite ce film par un arc quelconque, et si les rayons lumineux, plus ou moins interrompus par le film se déroulant progressivement, viennent frapper à travers un orifice pratiqué dans la paroi d'une chambre noire une cellule de sélénium, le télé-

phone intercalé dans le circuit reproduira, sous forme de sons, un peu affaiblis il est vrai, les variations d'intensité lumineuses produites par le passage du film entre l'arc et la cellule. Il y a là un moyen original de conserver, à l'aide d'un phonogramme photographique, le souvenir tangible de la voix humaine. Par ce procédé, le chant et la musique se reproduisent particulièrement bien.

Télévision. — Parmi les dispositifs plus ou moins ingénieux qui ont été imaginés pour la transmission des images à distance, un certain nombre utilisent des cellules de sélénium. Citons, en particulier, le dispositif Korn dont les appareils ont été construits par la maison Carpentier.

La télévision a tenté également de nombreux chercheurs parmi lesquels il convient de citer MM. Armengaud (1908), Belin, Ruhmer (1909), Rignoux et Fournier (1911). Le principe de ces divers appareils consiste à projeter sur un cadre garni de cellules de sélénium l'image à transmettre, image en général constituée par des parties alternativement claires et obscures comme une lettre en noir sur blanc ou une croix, en attendant la possibilité de projeter des paysages ou des sujets animés. Chacune de ces cellules est reliée à un galvanomètre dont le cadre mobile porte un petit obturateur métallique qui, selon l'orientation du cadre, découvre plus ou moins un petit miroir réflecteur placé à côté et renvoyant sur un écran, en un point donné, la lumière d'une lampe. Les différentes cellules dont les unes sont éclairées, les autres non, donnent donc sur l'écran récepteur des portions éclairées ou non, dans les divers points correspondants, grâce aux rayons réfléchis, interrompus ou non par les obturateurs.

Autres applications. — Télémécanique, radiotéléphonie par ondes lumineuses, photométrie, télégraphie sous-marine rapide, etc.

Formules d'alliages d'aluminium. — Le *Bulletin des Usines de guerre* donne la formule d'un alliage d'aluminium très résistant qui peut être employé pour les pistons de moteurs d'automobiles, les roues hélicoïdales et toutes pièces soumises à de grands efforts.

On l'obtient à l'aide d'un alliage intermédiaire préparé de la manière suivante : dans un creuset, on fond ensemble, sous une

couche de charbon de bois, 5 kg. de cuivre et 1 kg. 25 de nickel, puis on ajoute 2 kg. 5 d'aluminium en petits morceaux. Quand la fusion est complète, on verse 1 kg. 75 d'étain en plaques minces en ayant soin de brasser constamment, puis pour finir, encore 5 kg. d'aluminium. Cet alliage est fondu dans des moules de fer et transformé en petits saumons.

Pour fabriquer l'alliage définitif, on fond 41 kg. 75 d'aluminium qu'on porte au rouge sombre, puis on y ajoute 3 kg. de l'alliage intermédiaire préparé auparavant et 0 kg. 28 de magnésium.

L'alliage obtenu, s'il a été bien travaillé, présente une résistance absolue de 1.850 à 2.030 kg. par millimètre carré, un allongement de 3,5 à 4 %, une limite d'élasticité entre 840 et 920 kg. par millimètre carré et de striction entre 4 et 5 %.

On peut obtenir également à partir de l'aluminium des fils étirés d'une bonne résistance et d'une bonne conductibilité électrique.

Voici les deux formules indiquées par le *Bulletin des Usines de guerre* :

1° On fait un alliage intermédiaire avec moitié d'aluminium et moitié de cuivre. Puis, on obtient l'alliage définitif en fondant ensemble 3,2 parties de l'alliage intermédiaire et 96,8 d'aluminium.

Le fil étiré présente une résistance à la traction de 2.730 kg. par millimètre carré et une conductibilité de moitié de celle du cuivre pur.

2° Un autre alliage présente sensiblement les mêmes qualités de résistance (3.125 kg. par millimètre carré de section et 49 % de conductibilité). C'est celui qu'on obtient en fondant 97,70 parties d'aluminium, 1 de cuivre et 1,30 de nickel, puis en fondant ensemble 5 parties de cet alliage intermédiaire et 95 parties d'aluminium pur.

Ces formules permettront d'économiser une grande quantité de cuivre, rare et coûteux en ce moment, en le remplaçant presque en totalité par l'aluminium plus abondant et plus facile à se procurer.

Désulfatation des plaques positives d'accumulateurs

(*L'Industrie électrique*, août 1919). — Quand les plaques positives d'un élément accumulateur sont sulfatées, on réduit ordinairement

le sulfate blanc en procédant à de nombreuses surcharges et décharges, mais ce procédé a l'inconvénient de former les supports et d'être très lent. On a employé au Kansas State College un procédé qui ne présente pas ces inconvénients. On retire l'électrolyte et on lave à fond les plaques avec de l'eau distillée ou de l'eau de pluie, puis on le remplace par une solution de 3 à 4 % de soude caustique (NaOH) qui doit complètement recouvrir les plaques : plus la sulfatation des plaques est forte, plus la solution doit être concentrée. On fait passer un courant à l'intensité de charge ordinaire, pendant cette opération, qui dure jusqu'à ce que les plaques positives aient repris leur couleur brun chocolat, on ajoute suffisamment de soude pour que la solution ne devienne pas acide.

Une batterie, dont la capacité était tombée de 80 %, avait, à la suite d'une seule application du procédé, une capacité égale aux trois quarts de la capacité initiale. Le procédé ne semble pas nuisible à la conservation d'une batterie.

PÉRIODIQUES EN LANGUES ÉTRANGÈRES

Le Thermophone (récepteur téléphonique à action calorifique) (*The Electrician*, septembre 1919). — Dans les fils très minces, la grande aire de surface radiante comparée au petit diamètre permet à la chaleur dégagée par le courant de disparaître rapidement. Il est fait usage de cette propriété dans la construction des récepteurs thermophoniques. Des fils fins (0,001 mm. ou 0,0015 mm.) sont montés sur un godet métallique mi-fermé, et celui-ci est à son tour renfermé dans une boîte semblable mais faite d'Erinoïde ou d'autre matière isolante et hygiénique.

Lorsque le récepteur est relié en série avec un transmetteur et une batterie appropriés et que le transmetteur est actionné, les variations de résistance de ce dernier font varier l'intensité du courant. Ces variations se reproduisent dans les fils très minces, et comme ils dispersent leur chaleur on peut dire instantanément, la parole se reproduit par le mouvement de la petite colonne d'air, mouvement occasionné par les variations de température.

La transmission de la parole est très fidèle si l'articulation est par-

faite. Il n'y a pas d'altération, car il n'y a pas de diaphragme : la colonne d'air ayant une période naturelle qui oscille entre 8.000 et 10.000, elle dépasse de beaucoup les vibrations de la parole.

Après avoir brièvement décrit l'opération, nous pouvons maintenant faire quelques comparaisons.

On doit noter que le récepteur électromagnétique est un instrument très sensible, et qu'il enregistre des courants très faibles circulant dans les bobines et des effets inductifs qui peuvent se superposer au courant traversant le circuit, et qu'il est en outre soumis aux vibrations qui agissent mécaniquement sur son diaphragme. Ces qualités font qu'il est plutôt une série d'instruments en un seul, dont une partie est nécessaire pour reproduire la parole ; mais comme ils ne peuvent être scindés, ce récepteur est parfois inefficace. C'est d'ailleurs un instrument lourd, même sous la forme la plus réduite.

Le récepteur à fil chaud est un récepteur téléphonique pur et simple et il est actionné par le seul transmetteur auquel il est relié, sans effet parasite. Lorsqu'on parle, il est indispensable de le faire très près de l'embouchure du transmetteur, afin d'obtenir le meilleur résultat. Pas d'effets d'induction et comme il n'y a pas de diaphragme, pas de déformation de la parole. Il a le grand avantage d'enregistrer parfaitement les conversations faites à voix basse, murmurées, et si l'on élève la voix, il n'y a ni fracas, ni mélange des sons. Il est excessivement léger : suivant le modèle, son poids varie entre 0,25 once et 0,5 once.

Le type de transmetteur qui convient le mieux pour employer avec les récepteurs à fil chaud ne s'accorde pas très bien avec les récepteurs électromagnétiques, on le conçoit aisément étant donné que, dans le premier cas, les instruments sont reliés en série, sans la moindre bobine d'induction.

Le récepteur à fil chaud construit pour la reproduction de la parole n'est pas le meilleur type pour employer en T. S. F. ; des récepteurs spéciaux sont construits pour le premier usage, mais il n'en est pas encore employé en Angleterre quant à présent. Quelques essais ont été tentés avec le type spécial pour T.S.F., mais ils ne furent pas très satisfaisants pour la raison ci-dessus.

On a dit que les récepteurs à fil chaud étaient « délicats » et « fragiles » et que ce n'était qu'un « jouet scientifique ». Ces appréciations sont tout à fait fausses. Les récepteurs tels qu'on les construit à présent peuvent résister à une surcharge, et ils sont, au point de vue mécanique, plus robustes que les autres types de récepteurs que l'on trouve sur le marché. Ils sont fabriqués mécaniquement. On en trouve de différents modèles et leur résistance varie entre 20 et 3.000 ohms.

Le récepteur à fil chaud n'est pas encore développé au point de pouvoir remplacer le récepteur électromagnétique dans toutes les branches de la Téléphonie, mais nous pouvons dire qu'il a déjà satisfait à des conditions où le récepteur électromagnétique s'était montré insuffisant et qu'il remplace avantageusement son vieux rival sur certains terrains.

Réflexions sur la téléphonie automatique (Extraits d'une communication lue à une réunion de la Société des Téléphonistes de Londres, par H. C. Townsend, assistant Trafic Superintendent (*Telephone Engineer*, septembre 1919).

Nous abordons ce sujet sans le moindre sentiment de parti pris contre l'automatique et en reconnaissant complètement ses succès merveilleux et l'extraordinaire ingéniosité déployée par ses inventeurs.

Nous avons souvent remarqué que c'est seulement lorsque s'achèvent les derniers rites funéraires que l'on commence à dire du bien des services rendus par le défunt. En raison de ce fait, il est de notre devoir de faire entendre une note laudative à propos des services merveilleux rendus par le système manuel. Dans beaucoup de pays, il répondit à tous les desiderata pendant de nombreuses années, grâce à un personnel exécutant très au courant.

Si la transmission sur certains circuits mis en communication est défectueuse et que l'abonné en informe la téléphoniste, elle peut changer immédiatement les cordons et assurer ainsi une bonne conversation. On dira qu'avec le système automatique, l'abonné n'a qu'à effectuer un nouvel appel pour obtenir d'autres lignes auxiliaires, mais durant les heures pleines, il courra le risque de trouver toutes ces autres lignes occupées.

La surveillance des appels par la téléphoniste a toujours rendu aux abonnés de grands services que l'automatique ne saurait rendre. Il arrive fréquemment qu'un abonné désire converser avec un numéro occupé. Si la téléphoniste renouvelle l'appel de sa propre initiative, l'ennui d'une nouvelle demande est épargné à l'abonné.

Dans les cas où le réseau subit un accroissement local et momentané du trafic, le personnel d'exécution et le standard manuel permettent d'y faire face bien mieux que ne saurait le faire le système automatique. Il peut arriver par exemple qu'un poste particulier où se passe un événement intéressant un public nombreux soit demandé au même moment un nombre considérable de fois. Le bureau qui dessert ce poste doit faire face à un travail bien plus important que dans les circonstances normales. On voit de suite, qu'avec un système automatique, toutes les lignes du Central téléphonique seraient bientôt en service et presque toutes serviraient simplement à relier des abonnés demandeurs au signal d'occupation. Par suite, il serait extrêmement difficile pour d'autres demandeurs d'obtenir un autre numéro quelconque desservi par ce central.

Le système manuel permet de s'adapter à de telles circonstances. L'opératrice B n'a pas besoin, en pareil cas, d'immobiliser tous ses monocordes, mais elle dit aux demandeurs du poste considéré que la ligne de ce poste est occupée. Les personnes qui sollicitent d'autres numéros les obtiennent donc sans difficulté et il n'y a pas d'embouteillage du trafic.

La rupture d'un grand nombre de lignes auxiliaires produit les mêmes effets qu'une augmentation de trafic, car le service sur les autres circuits se trouve surchargé. Avec le système manuel, les téléphonistes sont à même d'expliquer le dérangement aux abonnés et de leur faire connaître la durée approximative des retards auxquels seront soumises leurs communications. L'abonné sait ainsi s'il est préférable pour lui d'expédier un télégramme ou tout autre message.

Avec le système automatique, l'abonné serait mal loti, car il éprouverait vraisemblablement autant de difficulté à appeler les surveillantes qu'à appeler le numéro dont il a besoin.

Dans beaucoup de cas d'urgence, la présence de l'élément humain a sauvé la situation. Une fois, le feu se déclara chez un abonné. Il sauta au téléphone et cria : « Au feu » sans réfléchir si la téléphoniste avait eu le temps de lui répondre. Comme la chaleur augmentait, il abandonna l'appareil et courut à un avertisseur d'incendie. Quel ne fut pas son étonnement de rencontrer la pompe et de la voir s'arrêter devant sa maison. Il sut plus tard que la téléphoniste l'avait entendu crier : « au feu » qu'elle avait avisé les pompiers en leur donnant son nom et son adresse. L'élément humain est, pour les abonnés, un bienfait dont ils ne se doutent pas et ils ne l'apprécieront peut-être que le jour où les standards automatiques fonctionneront dans tous le pays.

Une autre fois, on remarqua un signal d'appel permanent sur la ligne d'une galerie de tableaux. C'était un dimanche, à une heure avancée de la nuit. La téléphoniste de garde sonna sur la ligne dans la forme habituelle : elle entendit chuchoter quelqu'un et raccrocher le récepteur. Elle avisa immédiatement la police qui se rendit à la galerie de tableaux et constata que le récepteur avait été décroché accidentellement par des voleurs et que ceux-ci avaient décampé, en abandonnant leur matériel de cambriolage. Une autre fois encore, un signal d'appel fut reçu sur la ligne d'une usine d'éclairage électrique. La téléphoniste, quand elle répondit, entendit une exclamation poussée par quelqu'un semblant dans la détresse. Elle savait que le Directeur de l'usine avait le téléphone à son domicile : elle l'appela aussitôt et le mit au courant. On sut peu après qu'un grave accident s'était produit à l'usine électrique et que le directeur était arrivé assez tôt pour prévenir un désastre.

De nombreux cas semblables pourraient être relatés, qui montreraient l'importance de l'élément humain dans le service téléphonique, en se plaçant au point de vue de l'abonné.

Ces constatations ne diminuent cependant pas l'intérêt que présente pour nous la téléphonie automatique et nous admirons par quels procédés subtils on cherche à y triompher des difficultés se rapportant aux différents genres de trafic.

Nous considérons l'automatique comme la solution de certains problèmes téléphoniques actuels. Là où un grand nombre d'opéra-

tions sont à effectuer de la même façon et où elles sont standardisées, la téléphoniste devient une simple machine, et ce n'est pas rendre justice à son intelligence que de lui imposer ce travail, qui devrait être fait mécaniquement. Nous soutenons qu'aussitôt qu'un travail cesse de réclamer l'intelligence de l'homme et son initiative, il devrait être confié à des machines.

Aussi est-il désirable que l'appel de l'abonné demandé soit toujours effectué par un moyen automatique; il est absolument essentiel d'augmenter constamment la rapidité des intercommunications téléphoniques, car la vitesse de tous les autres moyens de communications croît sans cesse. Le mot d'ordre aujourd'hui est « toujours plus vite ». Et nous pensons que l'automatique permet de faire plus vite. Il y a donc un intérêt certain à rendre la téléphonie aussi automatique que possible. Mais est-ce à dire qu'il faille supprimer tout élément humain ?

Un grand argument en faveur du système automatique est qu'il supprime les erreurs d'origine phonétique.

Cependant le système laisse subsister de nombreuses erreurs dues en particulier aux fausses manœuvres des cadrans.

On a effectué des essais en vue de rechercher jusqu'à quel point un appareil est responsable de ces erreurs. Au lieu de marquer les chiffres sur la partie fixe du cadran d'un appareil téléphonique automatique, on les a imprimés sur la plaque tournante. Cet agencement retarde légèrement la manœuvre du cadran, parce que l'abonné ne peut pas voir où il doit poser son doigt pour le chiffre suivant, jusqu'à ce que le disque tournant s'arrête. Étant donné que l'abonné manœuvre souvent le cadran trop rapidement ou même marque le chiffre suivant avant l'arrêt du cadran sans laisser à l'appareil automatique le temps d'achever son mouvement, il y a un grand avantage à opérer un tel changement dans son poste.

Des essais de postes ainsi transformés ont donné toute satisfaction et conduisent à penser que ce simple changement d'étiquettes est la solution des erreurs par faux numéro.

Notes sur le service téléphonique de Londres (*The Telegraph and telephone Journal*. Juin, juillet 1915). — Un des événe-

ments les plus importants depuis notre dernier numéro fut la discussion d'un mémoire consacré à la téléphonie automatique de M. M. L. A. Laidlaw et W. H. Grinstead à la réunion des membres de l'*Institution des Ingénieurs électriciens* le 15 mai. Le développement du service téléphonique dans ce pays, et particulièrement à Londres, est considéré par les électriciens et par le public, comme une question très importante. L'occasion était favorable pour faire connaître à ceux qui se servent du téléphone les difficultés qu'entraîne, dans une grande ville, la transformation du système manuel en système automatique.

Parmi ceux qui ont étudié les possibilités de l'automatique, il y en a peu qui ne soient convertis au principe du développement futur sur cette base : néanmoins, on ne peut en conclure qu'un service satisfaisant ne peut être obtenu avec un système manuel. Sans doute, avec les installations manuelles, la plupart des opérations se font par routine et donnent lieu à certaines catégories d'erreurs dues à la présence du facteur humain et que la substitution d'appareils mécaniques permettrait d'éviter. On doit cependant se rappeler que dans n'importe quel système automatique l'élément humain n'est pas complètement éliminé, puisque l'abonné, bien que n'étant pas, comme la téléphoniste, un spécialiste, doit accomplir certaines manœuvres indispensables. L'intelligence de la téléphoniste exercée doit compter pour quelque chose en faveur du système manuel. Un journal quotidien intitula un article se rapportant au mémoire de M. Laidlaw : « Communications téléphoniques plus rapides », comme si tel était le principal but à atteindre. Une plus grande rapidité pourrait être obtenue avec le système manuel en diminuant beaucoup la part intelligente du travail des opératrices. Cette possibilité a été révélée à l'auteur par un représentant de l'Administration téléphonique d'une colonie anglaise qui expliqua que leurs téléphonistes ne surveillent pas les communications et qu'elles ne sont pas installées pour pouvoir le faire. Elles demandent « Numéro » (les mots « s'il vous plaît » sont sacrifiés pour aller plus vite) et elles établissent simplement la communication avec l'abonné demandé. Le demandeur peut entendre si le courant d'appel est envoyé sur la ligne de l'abonné demandé, mais dans le

cas d'erreur ou de non réponse, il ne peut que raccrocher et appeler de nouveau. Le temps nécessaire pour obtenir une réponse n'est que de deux secondes. Ce système procure un service différent très peu de celui qu'on obtient avec l'automatique, et il est intéressant de noter qu'actuellement à Londres un fort pourcentage de réclamations émane d'abonnés se plaignant du manque de surveillance des communications par les téléphonistes. La rivalité entre le système manuel et le système automatique se présente sous un autre aspect dans les pays où les frais d'exploitation sont peu élevés. Quelques lecteurs seront probablement surpris d'apprendre que dans certains pays les traitements des téléphonistes sont de beaucoup inférieurs à ceux que paye le Post office britannique. En discutant cette question avec un représentant de l'Administration téléphonique japonaise, on apprend qu'au Japon les téléphonistes touchaient environ 30 shillings (37 fr. 50) par mois. Voilà donc un cas où le prix de revient élevé d'une installation automatique n'est pas contrebalancé par une économie sur les frais d'exploitation et l'un des orateurs prouva que pareil cas s'est produit au moins une fois et que cette fois-là l'avantage est resté au système manuel.

De différents côtés, on estime qu'il faudra de 10 à 20 ans avant qu'un système automatique complet puisse être installé à Londres, de sorte qu'une longue période de transition est inévitable et c'est pendant cette période que de nombreuses difficultés se présenteront. Sur ce point, M. Laidlaw fait une remarque particulièrement intéressante. Un changement dans le système actuel de numéros d'abonnés est inévitable, et il propose que tous les numéros d'abonnés soient convertis en une série à cinq chiffres qu'on emploiera pendant la période de transition. Au point de vue du service général, il y a de fortes objections contre les numéros à cinq chiffres. Il en résulterait évidemment une augmentation du nombre des erreurs dues à la similitude phonétique entre certains chiffres et aussi à la transposition des chiffres, et le ralentissement général de toutes les opérations aurait sur le service un effet très préjudiciable. Les particuliers peuvent accepter de leurs médecins un remède qui les rend plus malades avant de les guérir, mais il y a peu de chance qu'ils auraient la même patience et la même confiance dans le service téléphonique si un tel procédé devait être préconisé.

Unification des bandes perforées pour télégraphes multiples et automatiques (*E. T. Z.*, 30 juin 1919). — A

l'exception du Baudot, tous les appareils rapides fonctionnent à l'aide de bandes perforées préparées par des perforateurs spéciaux. Des essais ont prouvé cependant que le rendement du Baudot est sensiblement augmenté, lorsqu'il est aménagé pour la transmission automatique.

Pour la préparation des bandes perforées, on peut employer le perforateur Siemens si les combinaisons des différentes touches sont mises en conformité avec l'alphabet Baudot.

Pour la réception perforée qui, en soi, a une importance secondaire, il suffirait d'une simple installation supplémentaire en liaison avec le perforateur Siemens.

La situation dans les grands bureaux télégraphiques est, au point de vue du trafic, rendue défavorable du fait que pour chacun des systèmes rapides, des perforateurs spéciaux sont nécessaires, que l'apprentissage et l'habileté du personnel varient et que chacun des dits systèmes emploie des bandes de papier différentes. Celles pour les appareils Wheatstone et Murray offrent la particularité que le signal est représenté par des trous disposés dans le sens de la longueur de la bande. Dans tous les autres systèmes, les trous représentant un seul signal sont disposés transversalement.

En dépit de cette différence, il est d'usage en Allemagne d'adapter uniformément le clavier du perforateur Siemens pour les perforateurs de tous les autres systèmes. Cela permet au personnel de desservir l'un quelconque d'entre eux sans apprentissage spécial; toutefois les modifications nécessaires pour remplacer par un perforateur à clavier approprié l'ancien perforateur à 3 touches de Wheatstone, sont telles qu'on en a interrompu les essais préliminaires. Les éléments de la bande Wheatstone formés d'après l'alphabet Morse sont tellement différents des signaux des autres appareils rapides, qu'une adaptation des bandes perforées ne paraît possible que par l'emploi d'appareils spéciaux. On devra donc se contenter de mettre le clavier du perforateur Wheatstone en harmonie avec celui des autres perforateurs.

Actuellement, les conditions sont différentes en ce qui concerne

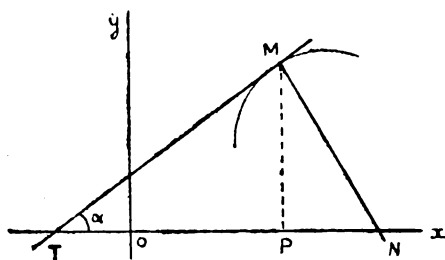
les appareils rapides Baudot, Siemens, Western, qui utilisent, pour représenter les différents signaux, les $2^5 = 32$ combinaisons formées par 5 émissions de courant. Il suffirait donc d'employer les mêmes combinaisons pour le même signal et d'uniformiser le mode d'entraînement mécanique de la bande dans le transmetteur, pour pouvoir utiliser le même perforateur et les mêmes bandes avec ces différents appareils. Les conditions sont particulièrement favorables pour l'adaptation à l'appareil Siemens de l'alphabet Baudot. Cela ne nécessite que l'interversion des boutons du clavier pour le perforateur et le changement de la roue des types pour le récepteur ; changements qui, dans l'exploitation, peuvent être réalisés progressivement. L'alphabet Baudot pourrait ainsi être considéré comme alphabet unique international pour les télégraphes rapides, comme c'est le cas pour l'alphabet Morse dans la télégraphie ordinaire. L'adaptation de l'alphabet Siemens au Baudot serait à peine réalisable, en raison de l'usage étendu qui était fait du Baudot, dès avant la guerre, notamment à l'étranger.

Autant qu'on peut l'affirmer, les motifs théoriques qui ont déterminé la constitution de l'alphabet Siemens n'ont qu'une importance secondaire en comparaison des avantages à attendre de l'unification des perforateurs et des bandes perforées.

INFORMATIONS ET VARIÉTÉS

École supérieure des Postes et Télégraphes : Questions écrites du concours d'admission d'élèves-ingénieurs.

(1919.) — *Mathématiques.* — 1° Étant donnés deux axes rectangulaires ox , oy et une courbe C située dans le plan x, o, y en un point M de cette courbe, on mène la tangente et la normale qui rencontrent l'axe ox aux points T et N respectivement. Soit α l'angle de la tangente $T. M.$ avec ox . On suppose que la longueur $M N$ de la tangente a pour expression $M N = a \operatorname{tg}^2 \alpha + b$, a et b étant des constantes positives données.



On demande d'exprimer les coordonnées x et y d'un point M de cette courbe en fonction de l'angle α . Indiquer la forme de la courbe $b = 3 a$, et calculer la longueur de l'arc $A B$ compris entre les deux points A et B , pour lesquels on a $\alpha = 0$, $\alpha = 60^\circ$.

2° Étant donnés trois axes rectangulaires ox , oy , oz , on prend sur ox une longueur $OA = 2 a$, et on décrit sur OA comme diamètre, dans le plan des xy , une demi-circonférence OMA . Calculer le volume limité inférieurement par le plan $x o y$, latéralement par la surface du cylindre droit ayant pour base le demi-cercle OMA et supérieurement par la surface ayant pour équation $z = xy^2$.

Nota. — On pourra commencer par évaluer le volume élémentaire compris entre deux plans infiniment voisins passant par l'axe des z .

Mécanique. — 1° Deux points matériels A et B de même masse m sont mobiles sans frottement, dans un plan horizontal, sur deux droites fixes rectangulaires, ox et oy . Ils sont reliés par un ressort rectiligne de masse négligeable, exerçant sur chacun d'eux une traction $ma^2(l-l_0)$, expression où a , l_0 sont deux constantes et l est la longueur actuelle du ressort.

A l'instant initial, le ressort a une longueur l_1 , supérieure à l_0 , et les deux masses sont placées, sans vitesse, à des distances inégales de o , trouver le mouvement du système.

2° On considère un cône de révolution dont l'axe est vertical et dont le sommet S est tourné vers le haut. Un fil pesant, homogène de longueur et de poids donnés repose sans frottement sur la surface de ce cône et a ses extrémités attachées en deux points A, B situés sur une même section droite.

Former l'équation différentielle définissant la position d'équilibre.

Examiner en particulier le cas où la longueur du fil est égale à l'arc de section droite compris entre A et B. Montrer que, dans ce cas, les conditions d'équilibre sont vérifiées par ledit arc et calculer alors la tension du fil ainsi que sa pression sur la surface.

Chimie. — Magnésium. Oxyde et chlorure.

Préparation. Propriétés. Usage de ces trois corps.

Physique. — 1° Anneaux colorés; mesure des longueurs.

2° Lois de Faraday (Électrolyse).

Quelle est la masse d'hydrogène mise en liberté par un courant de cinq ampères en 24 heures et quel est le volume de ce gaz mesuré à zéro degré sous la pression de 76 cm. de mercure?

Dessin. — 1° Dessiner à main levée sur une feuille de papier quadrillé au millimètre une vue de chacun des bouts d'une bougie de moteur de Dion-Bouton et une vue en élévation du même objet. Coter les croquis.

Le modèle sera mis à la disposition des candidats pendant une heure.

2° Mettre au net les trois croquis, échelle double grandeur.

Un câble téléphonique de 1.600 kilomètres. — Un câble téléphonique reliant Philadelphie à Chicago est actuellement en

construction ; il sera, sauf dans les localités importantes, aérien et muni de bobines Pupin et de relais téléphoniques. La longueur totale sera de 1.600 km. environ ; il sera donc le plus long câble téléphonique qui ait été posé.

Outre les relations entre Philadelphie et Chicago, le câble assurera les communications de localités intermédiaires. Le nombre des conducteurs prévu est variable suivant les sections, mais est, en général, très élevé : pour une des sections, celle de Philadelphie Reading, il atteint 488. Les diamètres des fils sont de 1 mm. 29 et de 0 mm. 90 ; le câble, particulièrement lourd, pèse 10 kg. au mètre environ.

Le câble traverse des terrains privés, sur une grande partie de sa longueur ; éloigné des lignes d'énergie, écarté des endroits habités, il sera ainsi à l'abri des principales sources de dérangement.

Les deux sections Philadelphie-Reading et Reading-Harrisburg sont déjà construites ; la construction du reste sera poussée activement.

Rendement des télégraphistes du Signal Corps américain. — Au moment où les armées de nos amis et alliés des États-Unis quittent la France, pour rentrer dans leur patrie, il n'est pas sans intérêt de faire connaître de quelle manière les télégraphistes du « Signal Corps » assuraient la transmission des très nombreux et très longs télégrammes officiels et de presse dont ils avaient la charge.

Le mode de transmission employé était le Morse, mais le Morse modifié de manière à permettre, si l'on peut dire, la « taylorisation » du travail. Le manipulateur comportant deux boutons de manipulation oscillait dans un plan horizontal et non vertical, comme celui que nous possédons dans nos services. En appuyant à droite, l'opérateur faisait les traits. Poussé à gauche, le manipulateur libérait une tige vibrante munie d'un poids régulateur dont les vibrations formaient automatiquement les points. De cette façon, les points sont toujours réguliers, quoique extrêmement rapides.

L'alphabet employé était une transformation du Morse que nous

connaissions où on s'est appliqué à rendre les traits aussi peu nombreux que possible.

Enfin, chaque fois que le texte des télégrammes le permettait, il était employé un code d'abréviations où quelques lettres représentaient un mot entier. Ce code était de rigueur pour les télégrammes de presse.

A la réception, les signaux étaient reçus par un sounder ordinaire monté sur relais. De plus, — détail important — le télégraphiste récepteur, muni d'une machine à écrire, « tapait » lui-même les télégrammes au fur et à mesure de la réception, en rétablissant toujours en clair les mots abrégés.

De l'avis des télégraphistes eux-mêmes, la difficulté de transmission, pour un débutant, réside tout entière dans la mesure à adopter pour déclencher le vibreur pendant le temps strictement nécessaire pour obtenir la formation exacte du nombre de points désirés. Cette difficulté vaincue, les progrès ne tardent pas à devenir très rapides.

Quant à la réception, l'habileté réside tout entière dans les dispositions naturelles des opérateurs, alliées à un entraînement long et sévère.

En général, de bons télégraphistes transmettaient environ 3.000 mots à l'heure.

Il a été donné de voir des spécialistes choisis parmi le personnel de l'« Associated press », pour assurer le service de la presse, obtenant même des rendements supérieurs à ce chiffre.

Dans cette course à la production toujours plus intense, si on a de l'admiration pour le télégraphiste dont le manipulateur produit une sorte de ronflement ininterrompu, de quelle stupéfaction n'est-on pas saisi devant l'agent de réception qui, plusieurs heures durant, sans « couper » jamais, tape en clair sur sa machine à écrire les embrions de mots que lui égrène, à une vitesse vertigineuse, un sounder qui semble endiablé.

Le nouveau bureau téléphonique de Marseille. — Le nouveau bureau téléphonique de Marseille, de système semi-auto-

Ann. des P., T. et T., 1919-IV (8^e année).

15

matique, qui a été mis en service dans le courant de l'année, sera susceptible de recevoir au maximum 20.000 lignes d'abonnés. Il est déjà équipé pour 7.000 abonnés avec 25 positions d'opératrices ayant chacune à leur disposition 21 circuits de connexion. Le meuble interurbain comporte 19 positions d'opératrices.

On a constaté à Marseille que le nombre de non-réponses est très élevé, surtout pendant les heures d'ouverture de la Bourse (10 %). On estime que ce fait serait dû à une forte proportion d'entreprises tenues par une seule personne.

Le réseau semi-automatique de Marseille comprendra, en plus du bureau principal, 4 bureaux satellites à 550 abonnés qui seront prochainement ouverts.

On pense pouvoir assurer l'entretien, tant du bureau principal que des satellites, avec huit mécaniciens.

Construction d'un câble aérien à Enghien. — Le service extra-muros de la région de Paris a posé, avec le concours du Service d'Études, un câble aérien, à Enghien.

Avant la construction du câble, les lignes aériennes en fils nus se trouvaient dans des conditions assez défavorables pour les raisons suivantes : l'avenue de Ceinture dans laquelle est placé le câble ayant la forme d'un arc de courbe et ne présentant aucune partie en ligne droite, ce qui rend la consolidation difficile ; les trottoirs sont étroits ce qui oblige à placer les appuis contre les murs des jardins entourant les villas, à proximité immédiate des branches des arbres ; enfin les abonnés sont nombreux et les artères chargées. En fait, il se trouvait une ligne en traverse, de 1 m. 05, sur les deux trottoirs de l'avenue.

Le terrain est marécageux en raison de la proximité du lac et il était difficile de construire une ligne souterraine, l'eau apparaissant à une profondeur de 0 m. 80.

C'est dans cette voie qu'a été construit le nouveau câble aérien. La ligne est maintenant sur poteaux de 8 mètres, les poteaux sont encore nombreux, en raison de la courbure continue de l'avenue, mais les efforts sur chacun d'eux sont moins intenses et le bras de

levier au bout duquel ils s'exercent est réduit dans une proportion considérable en raison de la substitution de poteaux de 8 mètres à des poteaux de 12 mètres ; il en résulte que la stabilité de la ligne sera bien meilleure que précédemment, bien que le nombre de fils posés soit plus considérable que celui des deux lignes anciennes.

La ligne est constituée par un câble à 100 paires du modèle américain (1). Ce câble est raccordé à son origine à une ligne souterraine venant du bureau ; à son extrémité, il se divise en deux câbles à 50 paires empruntant deux voies différentes et raccordés aux lignes aériennes au moyen des dispositifs réglementaires. A l'origine, le raccord à la ligne souterraine est également fait au moyen d'une boîte de raccordement.

Le câble américain à 100 paires est moins lourd et a un diamètre plus faible que le modèle français à 56 paires, ce qui rend la construction plus facile au point de vue de la consolidation de la ligne et de la mise en place du câble.

L'enveloppe en plomb antimoné donne une résistance mécanique plus considérable que le plomb pur, toutes choses égales d'ailleurs. Par contre, la soudure demande quelques précautions, en raison de la grande fusibilité de l'alliage plomb antimoine.

Telle qu'elle est construite, la ligne paraît devoir assurer l'extension du réseau pendant plusieurs années ; la stabilité en sera très grande, conformément à l'expérience américaine confirmée par celle du câble aérien de Saint-Denis à La Barre d'Ormesson (câble à 56 paires du modèle français) qui, en service depuis plus d'un an, n'a donné lieu à aucun dérangement.

L'aviation postale. — Trois décrets viennent de réglementer les surtaxes à appliquer aux correspondances transportées par avions :

1° Entre Paris et Londres : surtaxe de 3 francs par 20 gr. ou fraction de 20 gr.

2° Sur le territoire métropolitain (y compris la Corse) et entre France et Maroc.

(1) V. *Annales des Postes, Télégraphes, Téléphones*, Décembre 1917, p. 614.

Jusqu'à 500 km.....	0 fr. 75 jusqu'à 20 gr. 1 fr. 50 de 20 gr. à 100 gr. 2 fr. 25 de 100 gr. à 200 gr.
De 500 à 800 km.....	1 fr. jusqu'à 20 gr. 2 fr. de 20 gr. à 100 gr. 3 fr. de 100 gr. à 200 gr.
Au delà de 800 km.....	1 fr. 25 jusqu'à 20 fr. 2 fr. 50 de 20 gr. à 100 gr. 3 fr. 75 de 100 gr. à 200 gr.

BIBLIOGRAPHIE

Etude résumée des accumulateurs électriques, par L. JUMAC, ingénieur électricien (Dunod, éditeur, 47 et 49, quai des Grands-Augustins, Paris, VI^e, in-8° de 290 pages, avec 124 fig.). Prix : 22 fr. 50 (majoration comprise).

Les industriels et techniciens trouveront dans cet ouvrage les principaux renseignements qui doivent les intéresser sur la théorie et la technique des accumulateurs électriques, ainsi que sur leurs applications.

Théorie générale de l'électromagnétisme. — Introduction à l'étude des machines électriques et de la télégraphie par ondes, par J. G. PINEAU, ancien enseigne de vaisseau (Dunod, éditeur, 47 et 49, quai des Grands-Augustins, Paris, VI^e, in-8° de xii-72 pages, avec 26 figures). Prix : 5 fr. 25 (majoration comprise).

Ce travail consciencieux sera d'un grand secours aux praticiens de machines électriques et de la T. S. F.

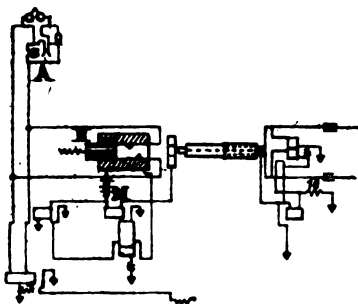
Production et vente de l'énergie électrique, par Ch. BOILEAU, ingénieur-constructeur, lauréat de l'Institut (Dunod, éditeur, 47 et 49, quai des Grands-Augustins, Paris, VI^e, in-8° de vi-72 pages, avec figures). Prix : 5 fr. 25 (majoration comprise).

L'étude de M. Boileau est un véritable précis de l'ensemble des principes permettant de fixer les tarifs de l'énergie électrique et constitue un traité des prix de revient s'appliquant à une matière particulièrement difficile.

BREVETS D'INVENTION (1)

Brevet américain (n° 1.302.809) : Expulseur de fiche (accordé à C. W. KECKLER, qui l'a cédé à la WESTERN ELECTRIC Co, New-York (N.-Y.).

— Dans un standard manuel, le jack de réponse est muni d'un aimant et d'un plongeur N. Un relai marginal M est relié au relai de



coupure. Le premier est actionné lorsque le poste appelé raccroche son récepteur après une communication : l'aimant est alors traversé par un courant et le plongeur frappe la fiche de réponse et l'expulse du jack.

20.755 Nouveau redresseur électrique — COMPAGNIE FRANÇAISE
1^{re} addition POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON —
au brevet France.

N° 482.974

20.767 Nouveau redresseur électrique — COMPAGNIE FRANÇAISE
2^e addition POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON —
au brevet France.

N° 482.974

20.770 Nouveau redresseur électrique — COMPAGNIE FRANÇAISE
3^e addition POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON —
au brevet France.

(1) Les descriptions (notices et dessins) relatives aux brevets sont en vente à l'Imprimerie Nationale, 87, rue Vieille-du-Temple, Paris (III^e).

N° 482.974

20.771 Nouveau redresseur électrique — COMPAGNIE FRANÇAISE
2^e addition POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON —
au brevet France.

N° 482.974

- 491.170 Télégraphe imprimeur perfectionné — M. Foster RITCHIE
— Angleterre.
- 491.845 Dispositif pour commander des appareils situés à une sta-
tion réceptrice à partir d'une station transmettrice, à
l'aide de pulsations électriques — M. Axel Uno SAN-
MARK — Suède.
- 492.666 Perfectionnements apportés aux installations télépho-
niques, telles, notamment, que celles pour télégraphie
sans fil — MM. Léon-Nicolas BRILLOUIN et Georges-
Armand BEAUVAIS — France.
- 492.701 Perfectionnements apportés aux appareils de signaux élec-
triques — M. Foster RITCHIE — Angleterre.
- 492.767 Transmetteur télégraphique — Société dite : UNIVERSAL
MACHINE COMPANY — États-Unis d'Amérique.
- 492.850 Stations radio-télégraphiques et radio-téléphoniques — M.
Frederick Grant SIMPSON — États-Unis d'Amérique.
- 492.993 Perfectionnements aux appareils télégraphiques ou télépho-
niques, plus particulièrement applicables aux télégraphes
et téléphones portatifs de campagne — M. Frederick
Lawrence CORK — Angleterre.
- 493.024 Dispositif avertisseur destiné à alarmer la station d'un
relais à tubes à vide lorsqu'un filament de tube à vide
est rompu — M. Marius LATOUR — France.

La batterie de chauffage est reliée au filament à travers l'un des enrou-
lements d'un électro-aimant différentiel; l'autre enroulement
communique directement avec le pôle négatif de la batterie; les
deux enroulements sont calculés de telle sorte qu'ils correspondent
au même nombre d'ampères-tours; ils ne produisent donc aucun
flux résultant; mais si le filament vient à se rompre, le second
enroulement reste seul alimenté et l'électro-aimant fonctionne
comme avertisseur.

- 493.063 Perfectionnements dans les antennes de télégraphie et de
téléphonie sans fil — M. Marius LATOUR — France.

- 493.136 Perfectionnements aux piquets porte-fil pour lignes téléphoniques et autres — M. Rodolphe POZNANSKI — France.
- 493.249 Dispositif pour engendrer dans une antenne pour télégraphie et téléphonie sans fil des oscillations électriques de fréquence rigoureusement unique — M. Ettore BELLINI — France.
- 493.288 Microphone — M. Émile CHABEAULT — France.
- 493.332 Amplificateur détecteur pour la télégraphie sans fil — MM. Léon-Nicolas BRILLOUIN et Georges-Armand BEAUVAIS — France.
- Constitué par plusieurs lampes à trois électrodes, montées en série et suivant un schéma identiques ; toutes ces lampes jouent à la fois le rôle d'amplificateurs et de détecteurs, chacune transmettant à la suivante les oscillations qu'elle a amplifiées et partiellement redressées.
- 493.336 Éclateur pour haute fréquence — COMPAGNIE GÉNÉRALE DE RADIOTÉLÉGRAPHIE — France.
- 493.366 Nouveau dispositif d'allumage pour générateurs d'oscillations — M. René DARMEZIN DU ROUSSET — France.
- 493.376 Isolation des appareils de télégraphie sans fil — M. Gabriel-Marie-Valéry DE GOSSELLIN — France.
- 493.453 Perfectionnements aux postes récepteurs de télégraphie sans fil destinés à déterminer la direction des émissions — SOCIÉTÉ FRANÇAISE RADIO-ÉLECTRIQUE — France.
- 493.454 Détecteurs à cristaux — SOCIÉTÉ FRANÇAISE RADIO-ÉLECTRIQUE — France.
- 493.457 Nouvelle disposition pour réaction d'antenne en téléphonie sans fil — M. René DARMEZIN DU ROUSSET — France.
- 493.458 Dispositif pour l'emploi rigoureusement symétrique de deux ou plusieurs oscillateurs homologues pour ondes entretenues — M. René DARMEZIN DU ROUSSET — France.
- 493.488 Nouvelle disposition pour arc à oscillations électriques — M. R. DARMEZIN DU ROUSSET — France.
- 493.489 Perfectionnements aux relais renforceurs pour réceptions téléphoniques et radiotélégraphiques — M. Auguste-Jean-Baptiste TAULEIGNE et Société F. DUCRETET et E. ROGER — France.

- 493.539 Perfectionnements apportés au système de signalisation par sans fil — MM. James Harris ROGERS, Henry Hyde LYON et Francis Snowden HILL. — États-Unis d'Amérique.
- 493.540 Perfectionnements apportés au système de signalisation par sans fil — MM. James Harris ROGERS, Henry Hyde LYON et Francis Snowden HILL. — États-Unis d'Amérique.
- 493.609 Dispositif pour antenne à grande longueur d'onde — SOCIÉTÉ FRANÇAISE RADIO-ÉLECTRIQUE — France.
Consiste à augmenter la self-induction propre de l'antenne, en répartissant des bobines de self-induction le long des fils de cette antenne; ces bobines peuvent éventuellement se réduire à de simples disques de tôle enfilés sur les fils.
- 493.660 Système de transmission électrique à distance, applicable particulièrement à la télégraphie et téléphonie sans fil — M. Lucien LEVY — France.
- 493.663 Nouveaux montages pour l'utilisation des relais dans les lignes téléphoniques — M. Marius LATOUR — France.
- 493.689 Perfectionnements aux meubles téléphoniques — SOCIÉTÉ ANONYME DES ANCIENS ÉTABLISSEMENTS PANHARD ET LEVASSOR — France.
- 493.696 Dispositif de commande à distance des relais téléphoniques — M. Marius LATOUR — France.
Les courants employés pour cette commande sont de nature identique aux courants de signalisation, mais leur durée est nettement supérieure; ils sont reçus dans un dispositif à action retardée qui exécute les manœuvres; on peut ainsi commander la mise en service ou hors de service des relais de conversation embrochés sur le circuit, ou encore appeler la station de relais.
- 493.820 Montage de réception pour T. S. F. — SOCIÉTÉ FRANÇAISE RADIO-ÉLECTRIQUE — France.
- 493.821 Dispositif de transmission radiotélégraphique ou radiotéléphonique avec amplification des oscillations à haute fréquence — SOCIÉTÉ FRANÇAISE RADIO-ÉLECTRIQUE — France.
- 493.924 Mode de réception en téléphonie sans fil — SOCIÉTÉ FRANÇAISE RADIO-ÉLECTRIQUE — France.

Consiste à étendre à la téléphonie sans fil le principe dit de l'« hétérodyne », déjà usité en télégraphie sans fil; pour que l'audition de la parole ne soit pas troublée par la note permanente, il suffit d'établir une différence assez faible ou assez élevée dans la fréquence des oscillations engendrées localement; le meilleur résultat serait obtenu par la coïncidence rigoureuse des fréquences.

- 494.085 Poste téléphonique mixte permettant la communication avec les deux réseaux, public et privé — Société Ch. MILDÉ FILS ET C^o — France.
- 494.253 Système de téléphonie ultrapuissante et anti-inductive pour des applications normales et simultanées — M. Leandro MAZZA — Italie.
- 494.283 Récepteur téléphonique — MM. Alfred WILLIAMS et Leo Daft WILLIAMS — Angleterre.
- Utilise l'effet thermophonique, dans lequel la variation des courants produit des changements correspondants dans la température d'un pont en clinquant ou feuille métallique.
- 494.608 Perfectionnements apportés aux mécanismes et aux signaux commandés à distance et reliés à des distributeurs d'électricité — Société dite : OLIVER ARC LAMP Limited — Angleterre.
- 494.654 Appareil écouteur-isolateur — M. André BLOCH — France.
- 494.689 Traducteur du télégraphe multiple Baudot, commandé électriquement par le distributeur pour la suppression du poids moteur, du modérateur de vitesse et de l'électro-frein — M. Pierre-Louis CLAVIE — France.
- 494.801 Perfectionnements aux systèmes de lancement des signaux radiotélégraphiques — MM. Lee DE FOREST et Charles Veyne LOGWOOD — États-Unis d'Amérique.
- 494.803 Perfectionnements apportés aux systèmes de communications télégraphiques et téléphoniques — M. Joseph Henry CLAUSS — États-Unis d'Amérique.
- 494.882 Détecteur à cristal — M. PERRET-MAISONNEUVE — France.
- 495.034 Éclateur pour excitation par impulsion et pour une haute fréquence d'étincelles — M. Alphonse KOWALSKI — Suisse.
- 495.108 Annonceur pour appels téléphoniques — M. Georges-Joseph-Louis ROUTIN — France.
- 495.316 Perfectionnements aux circuits récepteurs de T. S. F. — M. Henri-Jean-Joseph-Marie DE REGNAULD DE BELLESCIZE — France.
- 495.318 Emploi des balais métalliques extra-souples pour la récep-

- tion des ondes hertziennes — M. Victor-Jean BROCHARD — Madagascar.
- 495.317 « Conducteurs galénisés » et en particulier « bandes souples galénisées » à l'usage de la T. S. F. — M. Victor-Jean BROCHARD — Madagascar.
- 495.385 Perfectionnements dans l'utilisation des oscillations de haute fréquence dans les installations sans fil — M. David Walter BROWN — États-Unis d'Amérique.
- 495.429 Transmetteur téléphonique — MM. William BIRRELL, James BIRRELL, Richard Aloysius CAVENAUH — États-Unis d'Amérique.
- 495.432 Protecteur pour cohéreur — M. Harry Donald BETZ — États-Unis d'Amérique.
- 495.508 Perfectionnements apportés aux appareils commutateurs pour installations téléphoniques à postes multiples — Société anonyme dite : COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER MÉTROPOLITAIN DE PARIS — France.
- 495.641 Perfectionnements aux antennes — COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON — France.
- 495.680 Perfectionnements dans les installations télégraphiques — M. Cayetano DOMANICO — République Argentine.
-

Table analytique des matières de l'année 1919

	PAGES
Postes.	
Les Postes et Télégraphes d'Alsace-Lorraine pendant l'armistice :	183
Situation du personnel	188
L'Hôtel des Postes et Télégraphes de Strasbourg.....	209
L'aviation et la poste, par M. DELFIEU, ex-lieutenant observateur en avion, rédacteur des Postes et Télégraphes	216
COMPTE RENDU DES PÉRIODIQUES.	
La poste aérienne en France.....	470
INFORMATIONS ET VARIÉTÉS.	
Encaissements au moyen de cartes-récépissés.....	159
Opérations de la Caisse Nationale d'épargne en 1917.....	310
Service des chèques postaux.....	311
École Supérieure des Postes et Télégraphes; quelques questions d'examen.....	542
Réouverture du Musée des Postes et Télégraphes.....	543
L'avenir de l'aviation postale, d'après les Allemands.....	547
École Supérieure des Postes et Télégraphes : questions écrites au concours d'admission d'élèves-ingénieurs.....	684
L'aviation postale.....	689
Télégraphes.	
Le télégraphe et le téléphone en Alsace-Lorraine.....	9
Remarques sur les conséquences de l'électrification des chemins de fer français au point de vue de l'exploitation des lignes télégraphiques et téléphoniques, par M. VALENTI, Ingénieur des Postes et Télégraphes	21
L'électrification des chemins de fer aux États-Unis et la protection des lignes télégraphiques et téléphoniques, par M. POMEY, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes.....	566
Extension de l'emploi des retransmetteurs Baudot pour les grandes communications, par M. E. MONTMOL, Inspecteur des Postes et Télégraphes.....	60

	PAGES
Le Baudot quadruple sur les câbles sous-marins italiens, par M. Cesare ALBANESSE, Chef de section des Postes et Télégraphes italiens	228
Les différents systèmes de télégraphie rapide, par M. E. MONTORIOL, Inspecteur des Postes et Télégraphes.....	324
La télégraphie et l'aviation, par M. DELFIEU, ex-lieutenant observateur en avion, rédacteur des Postes et Télégraphes.. ..	382
Le matériel télégraphique et téléphonique de l'armée américaine repris par l'Administration française des Postes et Télégraphes..	610
Appareil télégraphique multiplex américain, par M. MERCY, Commis principal au Poste Central télégraphique de Paris.....	614
Un don de M. Branly au Musée des Postes et Télégraphes.....	651
COMPTES RENDUS DES PÉRIODIQUES.	
Le relais Orling à jet.....	109
Un programme de transformation du réseau télégraphique français	268
Développements possibles de la T. S. F.....	282
Radiotélégraphie par rayonnement infra-rouge.....	477
La T. P. S.....	479
Télégraphie et Téléphonie multiplex.....	499
Le Fullerphone	510
Le développement de la T. S. F. en Allemagne, pendant la guerre.	528
Oscillations électriques non amorties de courte longueur d'onde....	663
L'enregistrement photographique des messages de T. S. F.....	667
Unification des bandes perforées pour télégraphes multiples et automatiques	682
INFORMATIONS ET VARIÉTÉS.	
Importante invention intéressant la télégraphie et la téléphonie à longue distance.....	197
Le Baudot en Angleterre.....	312
Rendement des télégraphistes du Signal Corps américain.....	686
Téléphones.	
Applications du sélecteur d'appels à courants alternatifs.....	64
Amélioration et extension du réseau téléphonique de Paris, par M. E. C. FARLET, Commis à Paris-Gutenberg.....	83
« Standardization » : comment traduire ce mot en français, par M. CAUCHIE, Inspecteur des Postes et Télégraphes.....	91
L'appareil téléphonique de campagne de l'armée allemande.....	94
Procédé de téléphonie secrète, par M. POIRSON, Capitaine au 8 ^e génie.....	239
Devaux-Charbonnel. — Notice par M. POMEY, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes.....	249

	PAGES
Les Postes et Télégraphes d'Alsace-Lorraine pendant l'armistice : Reconstitution du réseau téléphonique de Mulhouse.....	319
Notion d'équivalent de transmission : mesures de transmission.....	398
Mesures de mélange apparent.....	416
Anti-induction des circuits téléphoniques. par M. CAHEN, Ingénieur des Postes et Télégraphes.....	430
Amélioration du système téléphonique de Paris par le double ap- pel. par M. BARBARAT, Inspecteur Général des Postes et Télé- graphes, Directeur de l'Office des Postes et Télégraphes de Tunisie.	559
COMPTES RENDUS DES PÉRIODIQUES.	
Organes d'appel dans les centraux téléphoniques.....	112
Équipement et méthodes d'organisation des bureaux.....	135
Protection d'un circuit téléphonique construit sur les mêmes po- teaux qu'une ligne à haute tension de 40.000 volts.....	157
Détermination des harmoniques dans un circuit d'énergie produisant de l'induction sur un circuit téléphonique.....	307
La commutation automatique dans la téléphonie à longue distance.	485
L'avenir du téléphone automatique en Angleterre.....	508
Le réseau téléphonique des grandes villes.....	517
Conduite des affaires par téléphone.....	525
Un microphone à alvéoles multiples.....	666
Le thermophone.....	674
Réflexions sur la téléphonie automatique.....	676
Note sur le service téléphonique de Londres.....	679
INFORMATIONS ET VARIÉTÉS.	
Un câble téléphonique de 1.600 kilomètres.....	685
Le nouveau bureau téléphonique de Marseille.....	687
Construction d'un câble aérien à Enghien.....	688
Service d'Études et de Recherches Techniques de l'Administration des Postes et Télégraphes.	
Électrolyse des positifs 295-35 usagés.....	103
Boulisterie.....	256
Instruction sur l'installation des bureaux télégraphiques princi- paux.....	260
L'utilisation directe des courants alternatifs industriels au bureau télégraphique de Brest.....	446
Un nouvel isolant : la bakélite.....	461
Pile à dépolarisation par l'air.....	651
Au sujet des redresseurs à vapeur de mercure.....	655
Chariot dérouleur pour la pose des lignes aériennes.....	657
Instruction sur la construction et l'entretien des lignes aériennes.	659

	PAGES
COMITÉ TECHNIQUE DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES.	
Installation d'un transporteur incliné et d'un élévateur « Noria » au bureau de Paris, ix°.....	108
Voisinage des installations téléphoniques et des installations d'éclairage électrique à l'intérieur des immeubles.....	262
Combinateur de fils pour groupes quadrifilaires.....	264
Dispositif d'appropriation des circuits téléphoniques pour la préparation télégraphique des communications.....	267
Petite station téléphonique automatique interurbaine.....	661
Instruction sur l'installation de l'éclairage électrique à l'intérieur des locaux de l'Administration.....	661
Divers.	
Inspection des poteaux.....	151
Courants non amortis dans les « superconducteurs ».....	154
Traitement des ingénieurs du Post Office australien.....	159
Collaboration d'un chef d'industrie et de son personnel.....	165
Conditions de réception des conducteurs en aluminium.....	273
Batterie à haute tension alimentée à courant alternatif.....	279
Détermination des caractéristiques d'un amplificateur.....	294
Génération d'oscillations électriques entretenues par un tube à vide à trois électrodes.....	303
Galvanisation électrolytique par le cadmium.....	311
Propriétés électriques du silicium.....	311
Amplificateurs pour courants continus et pour courants de très basse fréquence.....	471
Appareils sensibles pour les mesures en courants alternatifs.....	474
Pour mettre en évidence l'effet Edison.....	551
Applications électriques du sélénium.....	668
Formules d'alliages d'aluminium.....	672
Désulfatation des plaques positives d'accumulateurs.....	673
BIBLIOGRAPHIE.....	314, 691
BREVETS D'INVENTION.....	171, 315, 552, 692
TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES DE L'ANNÉE 1919.....	698
TABLE ALPHABÉTIQUE DES NOMS D'AUTEURS.....	702

TABLE ALPHABÉTIQUE DES NOMS D'AUTEURS

	TITRES DES ARTICLES	PAGES
MM.		
ALBANESE	Le Baudot quadruple sur les câbles sous-marins italiens.....	228
BARBARAT	Amélioration du système téléphonique de Paris par le double appel.....	559
CAHEN.....	Anti-induction des circuits téléphoniques.....	430
CAUCHIE.....	« Standardization » : Comment traduire ce mot en français.....	91
DELFIÉU.....	L'aviation et la poste.....	216
	La télégraphie et l'aviation.....	382
FARLET.....	Amélioration et extension du réseau téléphonique de Paris.....	83
MERCY	Appareil télégraphique multiplex américain.....	614
MONTORIOL.....	Extension de l'emploi des retransmetteurs Baudot pour les grandes communications.....	60
	Les différents systèmes de télégraphie rapide.....	324
POIRSON.....	Procédé de téléphonie secrète.....	239
POMEY	Devaux-Charbonnel.....	249
	L'électrification des chemins de fer aux États-Unis et la protection des lignes télégraphiques et téléphoniques.....	559
VALENSI.....	Remarques sur les conséquences de l'électrification des chemins de fer français au point de vue de l'exploitation des lignes télégraphiques et téléphoniques.....	24

L'Editeur-Gérant,
A. DUMAS.

GENERAL LIBRARY
JUN 11 1920
UNIV. OF MICH

ANNALES DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES

RECUEIL DE DOCUMENTS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS
concernant [les] Services Techniques et l'Exploitation
] des Postes, Télégraphes et Téléphones.

Publié par les soins d'une Commission
nommée par M. le Ministre des Postes et des Télégraphes.

Paraissant tous les trois mois.

IX^e ANNÉE — N° 1, 1920.

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL :

FRANCE ET COLONIES : 16 francs. — ÉTRANGER : 18 francs.

Tous les abonnements partent du 1^{er} Janvier.

PARIS

A. DUMAS, ÉDITEUR

6, RUE DE LA CHAUSSEE-D'ANTIN, PARIS (IX^e)

ÉTABLISSEMENTS INDUSTRIELS DE E. C. & DE **ALEXANDRE GRAMMONT**

Société anonyme au Capital de 14.000.000 francs

à **PONT-DE-CHERUY (Isère)**

ADMINISTRATION : 40, rue d'Uzès, **PARIS**

Usines : à Pont-de-Cheruy, La Plaine Chavanoz, Cremieu (Isère) et Lyon

FILS & CABLES **NUS & ISOLÉS**

CABLES ARMÉS

CABLES

CABLES SOUS-MARINS

TÉLÉPHONIQUES

LAMPE ÉLECTRIQUE " FOTOS "

SOCIÉTÉ DES PORCELAINES & APPAREILLAGES ÉLECTRIQUES
GRAMMONT

10, Rue d'Uzès, PARIS

Usines à Paris, Limoges et Saint-Léonard (Haute-Vienne)

PORCELAINES ÉLECTROTECHNIQUES

MATÉRIEL DE RÉSEAU *Système EURIEULT*

MAISONS DE VENTE ET DÉPÔTS

PARIS.....	60, rue de Bondy.....	Téléphone ...Nord.	75-51
LYON.....	19-20, quai de Retz.....	—	16-50
TOULOUSE.....	39, rue Bayard.....	—	02-59
MARSEILLE.....	33, rue de la République.....	—	31-28
GRENOBLE.....	28, rue du Docteur-Mazet.....	—	26-73
ANGERS.....	Place de la Visitation.....	—	03-56
BORDEAUX.....	62, rue du Palais-Galien.....	—	39-62
ALGER.....	28, boulevard Carnot.....	—	21-76
LILLE.....	31, rue de Puebla.....	—	930
NANCY.....	22, rue Saint-Lambert.....	—	19-02

LUXEMBOURG — GENÈVE — BRUXELLES

ANNALES

DES

POSTES, TÉLÉGRAPHES

ET TÉLÉPHONES.

RECUEIL DE DOCUMENTS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS
concernant les Services Techniques et l'Exploitation
des Postes, Télégraphes et Téléphones.

Publié par les soins d'une Commission
nommée par M. le Ministre des Postes et des Télégraphes.

Paraissant tous les trois mois.

IX^e ANNÉE — N^o 1, 1920.

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL :

FRANCE ET COLONIES : **16** francs. — ÉTRANGER : **18** francs.

Tous les abonnements partent du 1^{er} Janvier.

PARIS

A. DUMAS, ÉDITEUR

6, RUE DE LA CHAUSSEE-D'ANTIN, PARIS (IX^e)

COMMISSION DES ANNALES

DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES

AVIS

Les manuscrits adressés aux Annales sont soumis à l'examen d'une Commission dite *Commission des Annales des Postes et Télégraphes*.

Cette Commission se réunit à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, 20, rue Las Cases, Paris, VII^e.

Membres de la Commission :

M. DENNERY, Inspecteur général, Directeur de l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, *Président*.

M. A. BLONDEL, Membre de l'Institut, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

Le Directeur du Personnel à l'Administration centrale des Postes et Télégraphes.

M. LORAIN, Directeur de l'Exploitation Téléphonique, Professeur à l'École Supérieure.

M. FERRIÈRE, Directeur des Postes et Télégraphes du département de la Seine, Professeur à l'École Supérieure.

M. MAUREAU, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes, Professeur à l'École Supérieure.

M. AUGIER, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes.

M. PAILLON, Directeur des Postes et Télégraphes.

M. SAUNIER, Chef de bureau à l'Administration Centrale des Postes et Télégraphes, *Membres*.

MM. TAFFIN, Inspecteur des Postes et Télégraphes, HAMEL et REYNAUD-BONIN, Ingénieurs des Postes et Télégraphes, *Secrétaires*.

M. CAUCHIE, Inspecteur des Postes et Télégraphes, *Secrétaire-adjoint*.

NOTA : La *Commission des Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones* n'est en aucune façon responsable des opinions émises et des théories développées par les auteurs ; elle ne s'immisce pas dans les questions de priorité.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
Les transporteurs et le service postal, par M. HOCQUART, Ingénieur civil, Membre du Comité technique des Postes et Télégraphes.....	9
État actuel de l'Administration allemande au point de vue du Téléphone et de la Radiotélégraphie (février 1920).....	31
Lignes télégraphiques souterraines et sous-marines en Angleterre, par M. BALLET, Ingénieur des Postes et Télégraphes...	37
Relais téléphoniques, par MM. Bancroft GHERARDI et Frank B. JEWETT.....	68



SERVICE D'ÉTUDES ET DE RECHERCHES TECHNIQUES DE L'ADMINISTRATION DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

Laboratoire.....	136
Emploi de câbles aériens dans les régions libérées.....	138



COMITÉ TECHNIQUE DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES.

Tableaux commutateurs multiples du type « extensible ».....	140
---	-----



COMPTE RENDU DES PÉRIODIQUES

Périodiques en langue française.

L'emploi des audions ou lampes à trois électrodes pendant la guerre.....	143
La Vie Technique et Industrielle.....	149

*
*
**Périodiques en langues étrangères.*

Câble téléphonique sous-marin à 96 fils.....	149
Relations téléphoniques entre l'Allemagne et la Suède.....	152
Téléphonie et télégraphie multiples à l'aide des courants alternatifs rapides.....	155

*
*
*

INFORMATIONS ET VARIÉTÉS

Les chèques postaux.....	175
Don au Musée des Postes et Télégraphes.....	175
Rétablissement rapide de lignes détruites accidentellement.....	175
Radiotéléphonie transatlantique.....	177
Le bureau interurbain de Boston.....	178
Exploitation téléphonique par la méthode du double appel.....	178
Extraits du rapport annuel de l'American telegraph and telephone Cy pour 1918.....	178
Appareil télégraphique multiplex américain.....	180
Progrès dans les communications téléphoniques. Le circuit à quatre fils.....	181
Lettre de M. Marius LATOUR relative à l'électrification des che- mins de fer aux États-Unis et la protection des lignes télégra- phiques et téléphoniques.....	181

*
*
*

BIBLIOGRAPHIE	185
---------------------	-----

BIBLIOTHÈQUE DES ANNALES DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES (1)

Pour acquérir les volumes indiqués ci-après, prière de s'adresser directement aux éditeurs mentionnés à la fin de chaque paragraphe.

Construction des lignes télégraphiques et téléphoniques. Cours professé à l'École Supérieure par M. LORAIN, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes (4^e édition. 1916). — 2 vol. Prix : 6 francs le vol.

Comptabilité et droit budgétaire. Cours professé à l'École Supérieure par M. FERET DU LONGBOIS, Directeur au Ministère des Finances (1912). — 1 vol. Prix : 6 francs.

* *Installations télégraphiques.* Cours professé à l'École Supérieure par M. TONGAS, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes (1918). — 2 vol. Prix : 12 fr. 50 le volume.

Les derniers progrès réalisés en télégraphie, par M. TONGAS (1913). — 1 vol. Prix : 2 francs.

Installations téléphoniques. Cours professé à l'École Supérieure par M. MILON, Ingénieur des Postes et Télégraphes (2^e édition. 1918). — 1 vol. Prix : 12 fr. 50.

Exploitation postale. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. FERRIÈRE, chef de bureau à l'Administration Centrale des Postes et Télégraphes (1913). — 2 vol. Prix : 6 francs le volume.

* *Conférences sur les moteurs thermiques* faites à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. SAUVAGE, Inspecteur général des Mines (1913). — 1 vol. Prix : 2 francs.

Électricité industrielle. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. MAUREAU, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1918). — 1 vol. Prix : 10 fr. 50.

Principes d'électricité. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. DROUET, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1917). — 1 vol. Prix : 3 fr. 75.

Théorie de la pupinisation et applications pratiques. — Conférences faites à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, par M. CAHEN, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol. Prix : 1 fr. 50.

(1) Ces ouvrages (sauf ceux marqués d'un astérisque) se trouvent dans les bibliothèques départementales.

Cours élémentaire de Télégraphie sans fil, par M. G. VIARD, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1918). — 1 vol. Prix : 12 francs.

La Technique Télégraphique en France (ouvrage publié à l'occasion de l'Exposition de San-Francisco), par M. MONTORIOL, Inspecteur des Postes et Télégraphes (1916). — 1 vol. in-8° carré. Prix : 3 fr. 50.

La télégraphie, la téléphonie, l'électricité depuis 1878. Extraits du 2000^e numéro de *The Electrician*, traduits par G. HAMEL et E. PICAULT, ingénieurs des Postes et Télégraphes. — 1 vol. Prix : 4 francs.

Instruction sur la construction et l'entretien des lignes aériennes, à l'usage du personnel, 1919 (2^e édition). 1 vol. in-16 raisin, 314 pages, 83 figures. Prix : 8 francs.

Instruction sur la protection des installations télégraphiques et téléphoniques de l'Etat contre les courants industriels, à l'usage du personnel, 1918. 1 vol. in-16 jésus à l'italienne, 140 pages. Prix : 3 francs.

Instruction sur les circuits combinés et circuits appropriés à la télégraphie et à la téléphonie simultanées, à l'usage du personnel, 1918. — Une plaquette in-16 jésus à l'italienne, 26 pages. Prix : 1 fr. 75.

Instruction sur les essais et mesures électriques et le relèvement des dérangements de lignes et de postes, à l'usage du personnel (1918). — 1 vol. in-16 raisin, 130 pages, 22 figures. Prix : 4 francs.

Instruction sur l'installation et l'entretien des postes téléphoniques d'abonnés, à l'usage du personnel (1918). — 1 vol. in-16 raisin, 62 pages, 23 figures. Prix : 3 fr. 50.

Instruction sur l'installation des bureaux télégraphiques principaux, à l'usage du personnel (1919). — 1 vol. in-16 raisin, 78 pages, 64 figures. Prix : 6 fr. 50.

EN VENTE A LA LIBRAIRIE DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE, 3, RUE THÉNARD, PARIS, V^e.

* *Cours d'électricité théorique* professé à l'École Supérieure (section des élèves-ingénieurs), par M. POMER, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1914). — 2 vol. Tome I. Prix : 13 francs.

De la propagation du courant télégraphique et téléphonique (*The propagation of the electric currents*, par J.-A. FLEMING), traduit de l'anglais par M. RAVUT, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 12 francs.

La télégraphie et la téléphonie simultanées et la téléphonie multiple (*Das gleichzeitige Telegraphieren und Fernsprechen und das*

mehrfache Fernsprechen, par K. Berger); traduit de l'allemand par M. LE NORMAND, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 4 fr. 50.

Pratique radiotélégraphique (Radiotelegraphisches Praktikum, par REIN), traduit de l'allemand par M. VIARD, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 9 francs.

La Téléphonie automatique, par M. MILON, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol.

La Télégraphie en Amérique (American Telegraph Practice, par DONALD Mc NICOL); traduit de l'anglais par MM. PICAULT et VIARD, Ingénieurs des Postes et Télégraphes (1917). — 1 vol.

EN VENTE CHEZ M. GAUTHIER-VILLARS, ÉDITEUR, 55, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, PARIS, VI^e.

Traité de Téléphonie (extraits de *Telephony*, par ABBOTT); traduit de l'anglais par M. GILLES, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 4 francs.

Traité de Téléphonie pratique (extraits de *American telephone practice*, par KEMPSTER B. MILLER); traduit de l'anglais (1913). — 1 vol. Prix : 6 francs.

EN VENTE CHEZ M. ALBIN MICHEL, ÉDITEUR, 22, RUE HUYGHENS, PARIS, XIV^e.

Les câbles télégraphiques et téléphoniques (Telegraphen und Fernsprechkabel-Anlagen, par STILLE); traduit de l'allemand par MM. PICAULT, Ingénieur, et MONTORIOL, Sous-chef de section des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol. in-8°. Prix : 25 francs.

EN VENTE CHEZ M. BÉRANGER, ÉDITEUR, 15, RUE DES SAINTS-PÈRES, PARIS, VI^e.

VIENT DE PARAÎTRE :

Instruction sur l'installation de l'éclairage électrique à l'intérieur des locaux, à l'usage du personnel (1920). — 1 vol. in-16 raisin, 72 pages, 32 figures. Prix : 4 fr. 50.

EN VENTE A LA LIBRAIRIE DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE, 3, RUE THÉNARD, PARIS, V^e.

LES TRANSPORTEURS ET LE SERVICE POSTAL ⁽¹⁾

PAR M. HOCQUART,

Ingénieur civil, Membre du Comité technique des Postes et Télégraphes.

Les idées générales que nous allons exposer devant vous doivent nous permettre d'étudier les applications des transporteurs mécaniques au classement des correspondances postales et de nous rendre compte que la mécanique peut l'aider puissamment, tout en soulageant considérablement le travail pénible du personnel. Quelques exemples montreront les résultats que l'on peut obtenir.

D'une façon générale, les transports qu'ils s'adressent à un État, ou à un organisme industriel quelconque, se divisent en deux parties : 1° Les transports extérieurs, assurant les importations et les exportations, ou l'arrivée des matières premières et l'expédition des produits finis.

2° Les transports intérieurs (les seuls qui nous occuperont ici), dans les différentes régions de l'organisme considéré, les manutentions diverses et l'expédition.

Dans notre pays, nous voyons par ce qui se passe actuellement, l'importance capitale des transports. Sans moyens de transports, il n'y a plus de Société possible ! Or, qu'est-ce qu'une usine, si ce n'est en petit, un État, vivant d'une vie autonome, ayant son budget, recevant ses matières premières de l'extérieur et expédiant ses produits finis ; comme dans l'État ci-dessus, cette question de transports ne peut s'arrêter à sa porte, il faut qu'entre l'arrivée des matières premières et l'expédition des pro-

(1) Conférence faite le 17 janvier, à l'École supérieure des Postes et Télégraphes.

duits finis règne un réseau de moyens de transports, dont la perfection indiquera la bonne direction de l'usine.

Dès que l'on veut fabriquer quelque chose, il faut pour réussir que l'outil soit parfaitement adapté au but à atteindre et combiné pour éviter toute perte de temps ; c'est ce qui a conduit à disposer les usines suivant un plan assurant la circulation méthodique des produits à fabriquer, car le transport des matériaux est d'autant plus facile à établir et d'autant moins onéreux, qu'il est plus réduit.

Cette nécessité s'est d'abord fait sentir dans les usines travaillant des matières lourdes, comme les aciéries, et le Creusot a dû sa prospérité du début à ce que M. Eug. Schneider a été le premier à reconnaître cette nécessité et à faire des laminoirs disposés pour recevoir les lingots d'un côté, pour que tous les transports, avant et après le passage au laminoir, s'effectuent toujours dans le même sens et que les produits finis soient chargés sur wagons à l'autre bout du hall.

Ces idées se sont imposées et on ne peut plus construire une usine sans étudier son plan, pour que la circulation des matériaux soit parfaite, sans croisements ni rebroussements.

Depuis, un puissant moyen mécanique, les transporteurs continus ou discontinus, ont permis de remédier à bien des déficiences de plan, en assurant la continuité logique des opérations, en rendant pratiquement voisins des ateliers souvent très éloignés l'un de l'autre, en permettant de faire arriver les matières premières par le point le plus commode de l'usine pour la suite des opérations, sans tenir compte du point d'arrivée, permettant de placer une usine alimentée par un cours d'eau ou un chemin de fer, à une certaine distance du point de débarquement des matières premières, auquel elle sera reliée par un transporteur. On peut citer l'exemple d'une usine installée à Issy à environ 1 kilomètre de la Seine, qui lui amène le charbon par bateaux. Leur facilité à relier deux points est donc précieuse, que ce soit pour transporter des matières pondéreuses, minerais, charbons, blé, colis les plus divers pouvant aller de la simple lettre jusqu'au colis dépassant quelques centaines de kilos, ils trans-

portent tout sans pertes, pourvu que leur composition soit adaptée à la manière à transporter.

Mais ils peuvent faire beaucoup mieux qu'un simple transport; ils peuvent être disposés pour assurer la marche d'une usine, régulariser sa fabrication, abaisser son prix de revient à tel point que la journée des ouvriers pourra être ramenée à 8 heures sans inconvénients et les salaires fortement augmentés, par suite de la production intensive de chacun sans fatigue inutile.

Les usines Ford peuvent servir d'exemple. Les ateliers sont groupés autour du hall de montage, dans l'ordre où les pièces doivent être employées. En 1914, des transporteurs de tous ordres furent installés dans les ateliers et mis en marche en avril et mai; les exemples ci-dessous montrent des résultats probants.

En 1913, avant l'emploi des transporteurs, le volant T. 701 nécessite 31 m. de travail; en 1914, avec les transporteurs, avec les mêmes outils et le même personnel, il faut moins de 20 m. En 1913, il faut 594 heures pour faire 1.000 capots, soit 35 m. 1/2 par capot; en 1914, il ne faut plus que 13 m., presque trois fois moins de temps.

1.000 moteurs nécessitent 9.900 heures de montage en 1913 ou 9 heures 54 = 594 m. par moteur; en 1914, 1.003 moteurs sont montés en 3.976 heures ou 137 m. par unité, ce qui économise 396 m. ou 5 heures 56 par moteur.

En 1913, 29 hommes faisant 9 heures, assemblent 1.188 magnétos, soit 13 m. par unité; en 1914, 14 hommes faisant 8 heures, assemblent 1.333 magnétos, soit 5 m. par unité.

Résultat pour les ouvriers : la journée de 8 heures, une fatigue moins grande, l'ouvrier n'ayant pas d'efforts inutiles à faire; un gain plus élevé, le personnel de l'usine contient 57 1/2 % d'ouvriers moyens, dont le salaire était de 25 fr. en moyenne par journée de 8 heures en 1914 (alors qu'il était de 8 à 10 fr. pour les très bons ouvriers chez nous), non compris les bonifications, qui portaient les gains à des sommes plus élevées que celles payées aux contremaîtres, qu'il fallut par suite augmenter. Cela donna lieu non pas à une grève, nous pourrions

dire au contraire d'une grève, à une manifestation violente d'ouvriers de la ville de Détroit, qui voulaient se faire embaucher chez Ford, à cause des gains plus élevés que les ouvriers réalisaient par rapport aux autres usines et qu'il fallut disperser par la force.

Dans le hall de montage, se trouvent trois transporteurs à chaîne de 108 m. de long, se déplaçant à la vitesse de 1 m. 10 à la minute, dans le sens de l'utilisation des pièces des divers ateliers, chacun d'eux étant prolongé au-dessus des transporteurs, par une passerelle ou un *run-way*, par lesquels sont amenées les pièces finies. L'atelier des essieux les place d'abord sur un des transporteurs, qui se déplaçant, les fait passer sous la passerelle de l'atelier des châssis; on les dépose, on les assemble, ils arrivent sous la passerelle des réservoirs, on les pose sur le châssis et on les fixe sous les *run-ways* des moteurs, les passerelles des pots d'échappement, des roues, du radiateur, etc., pendant que les assemblages s'exécutent entre chaque passerelle; puis à l'extrémité, la chaîne rentre sous terre, abandonne la voiture dont les roues se calent sur des galets; on fait le plein d'essence et d'eau, un homme prend le volant, on fait tourner le moteur, on procède à un essai rapide, puis la voiture, par ses propres moyens, passe sous un plan incliné, par lequel descend des ateliers du premier étage, la carrosserie finie; châssis et carrosserie passent en même temps sous l'extrémité du plan incliné, cette dernière est déposée sur le châssis, on les assemble et la voiture finie s'en va.

Avec ces trois lignes de transporteurs, on a monté 1.212 voitures par jour avec 235 ouvriers, ce qui donne 1.880 heures de travail, soit 93 m. par voiture; ces monteurs gagnent de 40 à 50 francs par jour, de sorte que le montage revient de 8 fr. 75 à 10 fr. 70 par voiture, alors qu'en septembre 1913, il fallait 728 m. de montage ou 12 heures par voiture, ce qui, avec des ouvriers payés 30 francs pour 9 heures, revenait à 40 francs.

De l'emploi des transporteurs, il résulte qu'en 1914, en Amérique, une voiture Ford coûtait 2.500 francs d'achat et que l'année dernière, on en fabriquait 3.000 par jour.

Dans l'ouvrage intitulé « Les méthodes de Ford et les usines

Ford », l'auteur tire des exemples que nous venons de citer et de beaucoup d'autres, que chaque fois qu'on place un transporteur pour aider les ouvriers, on gagne 30 à 100 % de production, avec les mêmes outils et les mêmes ouvriers, qui se fatiguent moins et donnent l'impression de ne pas faire d'efforts.

L'exemple de Ford a inspiré nos usines de guerre, qui, surgies rapidement du sol, ont dû avec un outillage donné, avec un personnel restreint, qu'il a fallu restreindre encore et remplacer par des femmes, produire des millions et des millions d'obus, dans le minimum de temps, à des prix toujours moins élevés et l'on y est arrivé, en ne demandant à l'ouvrier ou à l'ouvrière, que d'exercer son métier, l'objet à travailler arrivant sous sa main, l'objet terminé étant emmené, sans qu'il bouge de sa place; ces transporteurs agissent comme le sang dans le corps, que les artères portent aux points à vivifier, où se produit le travail, et que les veines ramènent à l'épuration des poumons. Résultat : l'ouvrier produit le maximum possible avec sa machine, avec le minimum de fatigue pour lui et un gain plus important.

Quand, dans une usine, on manipule ou on fabrique toujours le même objet, quelle que soit sa complication, il est toujours possible d'arriver au résultat ci-dessus; en réalité, ici comme partout, c'est le problème des transports qui se pose et l'on peut dire que dans une usine moderne, s'il n'est pas bien résolu, l'usine est en état d'infériorité par rapport à ses concurrentes et qu'elle produit trop cher.

Nous arrivons enfin au chapitre qui nous touche et pour lequel le transporteur est un engin merveilleux : le *classement*; que ce soit des lettres, ou des colis très lourds, il les transportera avec la même facilité et le personnel n'ayant pas d'effort exagéré à faire classera rapidement et sans fatigue. Les exemples ci-dessous montreront la puissance et la souplesse de ces engins.

En 1897, je proposai à la Direction du Bon Marché l'installation d'un réseau de transporteurs, pour desservir tout le magasin et classer les colis; il fallait prendre les achats faits par la clientèle à toutes les caisses, situées aux différents étages, et les envoyer à classer à deux services placés au sous-sol, le service des livraisons et le service des bons de caisse.

Le projet terminé, je le présentai à mes Directeurs, en leur disant que j'étais certain, cette installation faite, d'enlever toute la marchandise vendue, même pendant l'exposition de Blanc. Il me fut répondu : nous ne demandons pas cela, nous savons bien que c'est impossible ! C'est dire la manutention formidable de cette période d'affaires.

Les transporteurs construits comportent des descenseurs hélicoïdaux que j'ai créés à cette occasion, assurant la descente verticale des colis, sans heurts et les conduisant à un réseau de transporteurs horizontaux ou faiblement inclinés, qui les déversent sur une table tournante de 9 m. 50 de diamètre, autour de laquelle sont répartis les classeurs.

Cette disposition a permis de ne placer aucune mécanique dans le magasin, toutes les parties mobiles qui par suite nécessitent de l'entretien, étant dans des sous-sols constamment accessibles au personnel ouvrier.

Peu de temps après leur mise en fonctionnement, l'exposition de Blanc arriva et toutes les marchandises furent transportées et classées, devant mes Directeurs stupéfaits d'un tel résultat.

Sur un seul transporteur, on a pu compter 145 colis en une minute.

Un autre transporteur a débité en une heure, 400 sacs de 1 m. 20 sur 0,60 $\times$ 0,40 remplis d'articles de toile, pesant de 80 à 120 kg. venant du 5^e étage d'un immeuble, passant sous la rue au 3^e sous-sol, pour remonter au premier sous-sol de l'autre immeuble, ce qui représente une manutention de 40 tonnes environ.

La manutention de ces marchandises en vrac est une des plus difficiles à effectuer, car elle s'exerce sur les objets les plus hétéroclites et non emballés, des étoffes, des gants, des paquets d'aiguilles, des parapluies, des tapis, des articles de cuisine, des malles, etc.

Les transporteurs nous ont permis de réunir trois bâtiments séparés les uns des autres par des rues, sous lesquelles passent les transporteurs ; chaque bâtiment possède une table tournante

de classement qui est reliée à la table tournante des autres immeubles par un transporteur aller et un transporteur de retour, de sorte qu'en cas d'embarras d'un côté, il est facile d'expédier le trop grand arrivage sur les autres magasins et de renvoyer les marchandises quand on le désire.

Pour faciliter ces manutentions, chaque table est divisée en deux zones, la zone extérieure, sur laquelle se fait l'arrivage et le classement des colis ; la zone intérieure légèrement surélevée, sur laquelle on pousse les colis destinés à être envoyés à un autre immeuble ; ces colis tournent avec la table et rencontrent un volet oblique fixe, qui les fait glisser vers le centre de la table et tomber dans une glissoire qui les conduit à un transporteur reliant ce magasin au voisin.

Ces manœuvres se font très facilement ; elles augmentent considérablement la capacité de classement de l'installation, elles permettent de faire face aux arrivages en masse, d'emmagasiner en trois points et de reprendre le classement dès que les arrivages diminuant en donnent la possibilité.

Ce n'est pas la capacité de charroi des transporteurs qui est en cause, mais la capacité d'emmagasinage de l'immeuble principal ; grâce aux transporteurs cette capacité est augmentée considérablement par une manutention qu'il eût été impossible d'effectuer à la main.

Dès la première année de fonctionnement, il fut constaté que les pertes de colis et les erreurs de classement furent à peu près moitié de ce qu'elles étaient avant le fonctionnement des transporteurs.

L'économie sur les transports annuels, qui se faisaient à la main, dépassa cent mille francs avec un service beaucoup plus ponctuel, qui évita des encombrements désagréables pour la clientèle ; la dépense d'énergie est de 30 fr. par jour.

L'influence des transporteurs sur le développement de la maison fut beaucoup plus importante encore. Le rendement de la vente était à son maximum, par suite de l'utilisation de la place et de la besogne incombant aux vendeurs ; la mise en service des transporteurs, supprimant les transports par paniers, facilita

très grandement la circulation, supprima une besogne importante aux vendeurs dont le rendement et le gain augmentèrent; ces deux causes réunies permirent à la maison d'augmenter rapidement son chiffre d'affaires, qui doubla en peu d'années.

Une autre installation, très intéressante, a été faite, en 1901, par M. Sabouret, Membre du Comité Technique des Postes et Télégraphes, Ingénieur en Chef à la Compagnie d'Orléans, pour le triage mécanique des colis postaux, par transporteurs, à la gare d'Austerlitz.

Les colis sont amenés par fourgons des divers points de la Capitale, au quai de départ des messageries, où les agents receveurs les prennent, inscrivent à la craie le numéro d'un des quatre magasins où ils doivent être classés et les jettent sur un transporteur qui les conduit à la première table de triage, d'où partent quatre transporteurs correspondant à chacun d'eux; les agents trieurs envoient chaque colis au magasin voulu, dans lequel il se déverse automatiquement et d'une manière uniforme dans toute sa longueur.

Les colis y séjournent jusqu'au moment où ils seront repris pour le chargement en paniers ou en wagons.

Ces quatre magasins sont répartis de part et d'autre et au-dessus d'un transporteur central, leur fond étant en pente vers ce transporteur; les colis arrivent par le côté opposé, ils sont maintenus par des panneaux, qui, rabattus, les laissent déverser sur le transporteur central, qui les conduit en haut du hall de chargement des wagons, où un triage au second degré les divise en sept nouvelles directions, à l'aide de glissoires terminées chacune par une table placée sur le quai, entourée d'autant de paniers qu'il y a de directions à desservir, 12 au maximum.

Cette dernière installation est complétée par un autre triage, pour les chargements par wagons complets; un transporteur spécial reçoit ces colis à la première table de triage et les conduit à une troisième table où ils sont répartis à l'aide de transporteurs, dans six magasins analogues aux précédents, mais placés à quelques mètres au-dessus du quai, d'où des glissoires mobiles conduisent les colis directement dans les fourgons.

Ici encore, on obtient des résultats comparables aux précédents. Au début, le nombre des colis apportés journellement, variait de 18.000 à 26.000, dont les $\frac{3}{4}$ passaient par le triage mécanique, soit de 13.500 à 19.500 ; le classement s'est fait avec moitié du personnel employé par le classement à la main et l'on a pu expédier deux fois plus de colis dans le même temps ; ce qui revient à dire qu'avec le même personnel, on peut expédier sans fatigue quatre fois plus de colis.

Les erreurs de direction sont très sensiblement diminuées ; enfin la dépense d'énergie est de 16 fr. 50 par jour.

Cet exposé rapide de l'emploi des transporteurs, montre la souplesse de cet outil et ce que l'on en peut tirer ; on doit lui demander plus encore : tout organisme qui progresse, arrive par la force des choses à la production intensive et ne peut s'y maintenir que par la perfection et le développement de son outillage, qui permet de réserver au cerveau humain, la besogne intelligente et à la machine, tout ce qu'il est possible de lui faire faire, les travaux de manutention en particulier. Cet axiome s'applique particulièrement bien dès qu'on a un travail répété à produire ; dans ce cas le premier devoir de l'ingénieur, est de partager les diverses opérations qui doivent s'exécuter dans son usine en deux parties :

1° Celles où l'intelligence humaine doit intervenir nécessairement, comme en ce qui nous concerne, de lire une enveloppe de lettre par exemple ;

2° Celles où l'homme peut être aidé ou remplacé par des machines appropriées, qui feront la besogne matérielle, aussi bien dans les grands comme dans les petits efforts, dans les besognes les plus minutieuses, comme dans les plus importantes. Cela se traduit pour le service postal par le transport mécanique des lettres, des sacs, etc., de table à table, de bureau à bureau et d'éviter que l'agent soit dans l'obligation de quitter sa place et par suite son travail. En un mot, c'est l'application du proverbe américain : *Ne faites jamais faire à un homme ce qui peut être fait par une machine.*

Des exemples précédents de l'usine Ford et des usines de

Ann. des P., T. et T., 1920-I (9^e année).

2

munitions, il résulte qu'il est possible d'amener à la portée de la main de l'agent la matière qu'il a à travailler, dans le cas qui nous occupe, les lettres, et de mettre encore à portée de sa main, le mécanisme d'enlèvement de ces mêmes lettres classées.

Les installations du Bon Marché et de la gare d'Austerlitz démontrent que les transporteurs sont de merveilleux organes de classement; d'une part, les agents travaillent dans de confortables conditions, avec le minimum d'efforts; d'autre part, les chefs responsables du travail, n'ont qu'à jeter un coup d'œil sur l'organe central du classement, la table de triage, pour voir si le travail est bien fait, si le personnel est trop nombreux ou insuffisant et de le proportionner très exactement au travail à faire, de façon à éviter tout surmenage.

Avant d'envisager le problème postal dans son ampleur, il a fallu aller au plus pressé et tirer parti de ce qui existe, aussi l'Administration a-t-elle pensé qu'il fallait faciliter le travail à la Recette Principale de la Seine, en assurant le transport, le classement des dépêches et le chargement des fourgons; ce n'est qu'une partie du problème, mais qui donnera la mesure de ce qu'il est possible de faire. Cette description a paru dans les *Annales des P. T. T.* de septembre 1918, nous allons la rappeler en quelques mots.

Le deuxième étage de l'Hôtel des Postes contient les services des lettres, de l'étranger et des journaux, dans lesquels, lettres et journaux ont été classés, mis en sacs et réunis en dépêches.

Le projet que nous avons établi, a pour but de transporter les sacs à un organe de classement, d'enfermer tous ces organes dans des salles closes, qui pourront être chauffées, afin que le personnel travaille dans les meilleures conditions d'hygiène possible, le personnel y gagnera en confort et l'Administration en rendement.

Les tables de tri des services ci-dessus, sont à cet effet réunies deux à deux, laissant entre elles un intervalle où se trouve l'embouchure d'une glissoire; il est donc facile à chaque table d'expédier le sac dès qu'il est prêt.

Ces glissoires débouchent sur un transporteur placé au pla-

fond du premier étage, qui les dirige plus ou moins directement à la salle de tri, cette salle construite à mi-étage sous la passerelle des monte-charges, débordé de ce qui est nécessaire dans les galeries voisines et porte en son milieu une table de tri, composée de deux transporteurs de faible vitesse formant va-et-vient, sur lesquels les sacs circulent indéfiniment s'ils ne sont pas enlevés.

Sur les deux parois de cette salle, à côté des monte-charges, dix embouchures de glissoires se présentent ; sept sont destinées au chargement des voitures des gares, aboutissent à une salle de Transbordement construite en entresol, trois débouchent au rez-de-chaussée pour des besoins spéciaux.

Les sept premières aboutissent dans la salle de Transbordement, du côté de la cour d'arrivée, chacune sur un tremplin terminé du côté de la cour de départ, par deux coulottes aboutissant à deux places de voiture, dont les quatorze emplacements sont ainsi desservis.

Ces coulottes peuvent être rentrées, de façon que les voitures puissent se placer, ouvrir et fermer leurs portes sans être gênées ; coulottes et glissoires sont disposées pour qu'elles ne puissent servir de cheminées d'appel d'air, de sorte que cette nouvelle salle de transbordement sera tout à fait confortable pour les agents qui y travailleront.

Les sacs descendant par une glissoire arriveront sur un tremplin où ils seront réunis et groupés par dépêches, de sorte que la vérification pourra se faire dans les meilleures conditions possibles avant l'envoi dans la voiture.

Nul doute que cette installation ne donne les résultats de celles citées plus haut et qui sont :

Erreurs de classement réduites dans une forte proportion.

Travail plus rapidement fait, avec un moindre nombre de personnes.

Possibilité d'augmenter le travail fait à la Recette, en demandant moins d'efforts aux agents, qui travailleront dans des conditions d'hygiène très supérieures à celles actuelles.

Le personnel se familiarisera vite avec ces dispositifs méca-

niques et peu de temps après leur mise en service, il se demandera comment il pouvait faire avant l'emploi des transporteurs.

Ce projet n'a pour but que d'améliorer un service existant; nous pensons qu'il y a beaucoup mieux à faire et qu'il est possible d'envisager le classement mécanique des lettres.

CLASSEMENT MÉCANIQUE DES LETTRES

Les idées que nous exposons ici, ne sont pas l'œuvre d'un postier; elles n'ont qu'un but, montrer que le classement mécanique est réalisable et que ses conséquences réagiraient heureusement sur tout le service postal.

La poste doit transporter des lettres, journaux et échantillons, dont le poids peut atteindre 1 kg. et va être porté prochainement à 1 kg. 500; il est même question d'y adjoindre les colis postaux. Comme la même installation mécanique ne peut pratiquement recevoir les lettres et les colis postaux, il sera nécessaire de prévoir deux installations, une pour les lettres, n'admettant que des objets de faible encombrement et de faible poids; l'autre analogue à celle réalisée par M. Sabouret, pour les colis postaux, ou les lettres et journaux trop encombrants ou trop lourds.

D'après les renseignements qu'a bien voulu nous fournir M. le Directeur des Postes et Télégraphes du département de la Seine, les objets reçus par tous les bureaux parisiens, y compris la Recette principale, se sont élevés pendant une des journées les plus chargées du mois de décembre à :

Lettres.....	3.070.000
Imprimés : 1.161.000; nous supposons que les 2/3 seulement pourront être comptés comme lettres.....	780.000
Échantillons : 160.000, même proportion.....	110.000
Divers.....	40.000
Total.....	<u>4.000.000</u>

De ces 4.000.000 d'objets pouvant être considérés comme lettres, 1/3 arrivent à la dernière heure ; comme il nous paraît nécessaire de prévoir une installation classant les lettres au fur et à mesure de leur arrivée, nous étudierons une usine capable de classer : $\frac{4.000.000}{3} = 1.335.000$ lettres à l'heure.

Il convient de remarquer qu'actuellement, les dernières levées ont lieu à 6 heures 1/2 et 7 heures, pour des départs de trains fixés à 8 heures 1/2 et 9 heures ; or le classement mécanique prendra mathématiquement le même temps pour toutes les lettres, 12 à 15 m. pour passer au travers de toute l'usine, temps auquel il faudra ajouter la durée des transports du bureau à l'usine et de l'usine au chemin de fer. En automobile, ce dernier parcours ne peut excéder une demi-heure, il sera donc possible de classer jusqu'à 8 heures ou 8 heures 1/2.

En supposant 1.400.000 lettres à classer en chiffres ronds, deux cas peuvent être envisagés :

1° Construire pour Paris une usine unique, dans laquelle toute la correspondance émanant de la capitale passera et envisager un classement à 3 degrés, donnant 25 directions pour le premier degré, 24 pour le deuxième et 24 pour le troisième, ce qui donne $25 \times 24 \times 24 = 14.400$ directions.

2° Installer à chaque gare, tête de réseau, une usine, ce qui nécessitera dans les bureaux de quartier un classement préalable en six directions et aménager chaque usine pour un classement à deux directions, soit $25 \times 24 = 600$ pour chaque réseau ou 3.600 au total.

On est obligé de réduire le nombre des triages, dans le cas des usines multiples, parce que l'importance de l'usine n'est pas tant le fait du nombre de lettres que du nombre de directions.

Nous allons esquisser ce que serait l'usine unique, par suite la plus compliquée à établir, qui aurait par contre l'immense avantage de diminuer considérablement le travail si pénible des ambulants.

L'usine serait constituée par un bâtiment principal d'environ 200 m. de long sur 20 m. de large, comportant un sous-sol, un

rez-de-chaussée recevant les lettres classées, un premier étage dans lequel serait fait le classement au deuxième degré, un deuxième étage pour les transporteurs, un troisième étage pour le classement au premier degré et un quatrième étage pour les transporteurs; cinq bâtiments annexes, de 200 m. de long et de 20 m. de large environ recevraient au rez-de-chaussée les lettres classées, au premier étage le classement au troisième degré et au deuxième étage, les transporteurs.

L'une des extrémités de l'usine aurait une cour d'arrivée, avec salle de réception des sacs, l'autre extrémité, une cour de départ très grande pour que le chargement des voitures allant aux gares, puisse se faire facilement des différents rez-de-chaussée des bâtiments.

La salle de réception aurait autant de glissoires que l'atelier de timbrage comporterait de groupes de deux machines à timbrer; un groupe de deux machines pouvant timbrer 80.000 lettres à l'heure, nous aurions donc : $\frac{1.400.000}{80.000} = 17$ groupes, disons 20, pour assurer les rechanges. Donc, dans la salle de réception, 20 embouchures de glissoires se présentent, elles seront presque toutes en service à la dernière heure du classement, mais dans la journée, on proportionnera le nombre des glissoires en service, à l'arrivée des lettres; les sacs seront vidés : le premier dans la glissoire n° 1, le deuxième dans la glissoire n° 2, le troisième dans la glissoire n° 3 et ainsi de suite, pour recommencer à la glissoire n° 1, quand on est arrivé à la dernière, de façon que la répartition des lettres aux machines à timbrer soit très régulière; les sacs ne pénétreront jamais dans l'usine de classement, mais seront jetés dans une glissoire spéciale qui les emmènera aux services de dépoussiérage, nettoyage et réparations, d'où ils passeront à la salle de départ pour recevoir les lettres classées.

Description de l'installation de timbrage. — Les glissoires des lettres seront disposées pour ne laisser passer qu'un certain nombre de lettres à la fois sur les transporteurs qui leur font suite; chaque transporteur sera placé au-dessus de deux longues

tables, entre lesquelles se trouvera le transporteur alimentant les deux machines à timbrer; les agents assis à ces tables devront pouvoir saisir très aisément, sans se déranger les lettres placées sur le transporteur d'arrivée, en constituer les paquets et les placer aussi facilement sur le transporteur des machines à timbrer.

Le transporteur d'arrivée jette les lettres qui n'ont pas été prises à l'extrémité des tables sur un transporteur de retour, qui les ramène et les jette au départ du transporteur d'arrivée; nous constituons ainsi un va-et-vient que nous retrouverons dans toutes les parties de l'installation et qui assure la régularité du travail.

Enfin, entre chaque groupe de tables nous placerons un transporteur servant à enlever les colis hors format ou contenant des objets durs, ne permettant pas le passage à la machine à timbrer, ce transporteur les conduira à une salle de timbrage à main.

Dans le cas où le chef d'une table verra que le transporteur d'arrivée est trop chargé, il pourra à l'aide d'une commande électrique, fermer l'embouchure de la glissoire qui l'alimente à la salle de Réception.

Jusqu'ici, les rechanges sont suffisamment importantes, nous allons étudier le classement proprement dit, mais pour nous assurer contre tout accident, nous diviserons les organes de classement en deux parties identiques, parfaitement distinctes, une seule pouvant assurer tout le service en cas de besoin, c'est ce qui constituera la rechange.

Les machines à timbrer déverseront leurs lettres dans deux glissoires à volonté, l'une alimentant la première installation, l'autre la deuxième à l'aide de deux transporteurs; chacun d'eux aboutira à un élévateur basé sur les principes des monte-fûts à chargement et déchargement automatique, que nous avons construits pour la Compagnie d'Orléans, modifiés pour recevoir automatiquement les lettres des transporteurs et pour les verser automatiquement sur deux transporteurs établis tout le long du quatrième étage, au-dessus des deux files de tables consti-

tuant le classement au premier degré. Ils seront établis pour que de chaque table on puisse faire tomber par un aiguillage, autant de lettres qu'on voudra et aussi souvent qu'on le voudra; arrivé à l'extrémité des tables, un va-et-vient ramènera tout ce qui n'aura pas été pris à l'origine du transporteur de distribution.

Classement du premier degré. — Les tables de classement placées au troisième étage, sous les transporteurs ci-dessus, seront composées d'une table principale ayant 25 glissoires de départ, elles auront 1 m. 50 de long et de deux tables secondaires multipliées à la manière d'un meuble téléphonique, pour que les 25 cases qu'elles auront chacune, soient en communication constante avec les glissoires de la table principale; nous pourrions accoler deux meubles ainsi constitués, ce qui nous donnera 12 places de classeurs; pour ne pas exagérer, malgré les facilités du travail, nous supposons que chaque agent ne classera que 2.000 lettres à l'heure, ce qui donnera 24.000 lettres par table;

il nous faudra donc $\frac{1.400.000}{24.000} = 60$ tables doubles, ce qui fait

pour cette partie du classement $60 \times 12 = 720$ agents.

Ces tables auront 4 m. 50 de long et nécessiteront avec les passages entre tables 4 m. de largeur, nous les répartirons comme nous l'avons dit en deux files de 30 en dessous des transporteurs, ce qui exigera 120 m. de long.

Classement au deuxième degré. — Les lettres jetées dans les glissoires des tables, le classement au premier degré est fait, les lettres tombent sur deux files de 25 transporteurs placés au deuxième étage, qui vont les transporter aux sections du classement au second degré; les lettres étant distribuées en deux files, chacune recevra 700.000 lettres qui vont être réparties en 25 sections, ce qui donnera $\frac{700.000}{25} = 28.000$ lettres par sec-

tion en moyenne, et nécessitera $\frac{28.000}{24.000} = 1,16$ table double,

soit 2 tables en moyenne; il est bien certain que des sections n'auront qu'une table et d'autres 3 ou 4.

Il y aura donc 25 sections à 2 tables de 4 m. de large, ce qui exige un bâtiment de 200 m. de long.

Chaque transporteur du deuxième étage, reçoit toutes les lettres de la même case de chaque table et va les porter au-dessus de la section qu'il doit alimenter; les mêmes dispositions que pour le classement au premier degré, nous permettront d'alimenter chaque table à volonté et les lettres non prises reviendront à l'origine de ces transporteurs.

Nous n'avons employé ici, que 24 des 25 cases que nous avons à notre disposition, parce que la vingt-cinquième case de chaque table de tri du deuxième degré est réservée aux erreurs, qui par un système de transporteurs et d'élévateurs reviennent en tête du classement au premier degré.

Le classement au deuxième degré s'effectue comme le précédent, il exige 100 tables à 12 agents, soit 1.200 agents au total.

Les lettres sont tombées sur les transporteurs placés sous le premier étage, qui les conduisent au :

Classement au troisième degré. — Ici nous aurons $25 \times 24 = 600$ sections, chacune recevra en moyenne $\frac{700.000}{600} = 1.200$

lettres environ, c'est-à-dire qu'une table simple, le plus souvent réduite à la table principale, sera largement suffisante; la difficulté, c'est qu'il nous en faudra 600 par file, n'occupant que 2 m. 50 de largeur, mais la table principale ayant 1 m. 50 de longueur, nous pourrons les mettre sur deux rangs par file; supposons que nous ayons $\frac{2}{3}$ des divisions dans ce cas et $\frac{1}{3}$ avec la table simple complète, cela exigera 1.000 m. de longueur d'étages, que nous pourrons répartir dans 5 bâtiments secondaires, perpendiculaires au premier et de 200 m. de long chacun; les transporteurs du bâtiment principal remonteront pour amener ces lettres au deuxième étage de ces bâtiments et les distribuer comme précédemment aux sections.

Le personnel nécessaire au classement au 3^e degré, sera au maximum :

200 tables simples à 6 agents.....	1.200
400 tables principales à un ou deux agents, environ.	600
Au total.....	<u>1.800</u>

Chaque table aura comme au deuxième degré, 24 glissoires de classement et une glissoire d'erreurs, les remontant au classement du premier ou deuxième degré.

Les 24 glissoires de chaque table aboutiront au rez-de-chaussée, soit à des machines à emballer, qui constitueront les paquets de lettres à mettre dans les sacs, soit à des boîtes assez grandes pour emmagasiner les lettres. L'utilité de constituer des paquets ficelés, n'apparaît pas aussi nécessaire, avec le classement mécanique que maintenant, étant donné le grand nombre de directions, un sac représentant une seule direction.

Ces sacs se monteraient sur un dispositif préparé à chaque boîte, pour que l'ensachement se fasse très facilement.

Les machines à emballer, ou les boîtes, seront réparties dans les 5 bâtiments secondaires, pour les boîtes le long des murs principaux et en deux rangées doubles au milieu; cela donne 6 rangées de 200 m. pour chaque bâtiment et pour les 5, 30 rangées ou 6.000 m. de long. Comme il faut 14.400 boîtes, chacune aura 0 m. 40 environ de largeur; si l'on veut réserver des passages transversaux et avoir des boîtes plus larges, il sera facile de mettre une rangée supplémentaire, car les passages longitudinaux qui auraient 5 m. 70 ne seraient réduits qu'à 4 m., ce qui est très suffisant et permettra tous les passages de chariots que l'on voudra pour l'enlèvement des sacs, ou l'établissement de transporteurs les conduisant à la salle de départ, si on le juge préférable.

L'installation que nous venons de décrire est capable de répondre à de très grosses augmentations de trafic; en effet le classement au premier degré n'occupe que 120 m. sur les 200 du bâtiment, il est donc facile d'augmenter le nombre des tables de classement; à première vue de 60 %.

Le classement au deuxième degré ne nécessite que 1,16 table par section, nous en mettons 2 en moyenne, nous pourrions donc, avec le même matériel, augmenter de plus de 60 %.

Enfin pour le classement au troisième degré, chaque section a une moyenne de 1.200 lettres à classer, or la table principale seule nous permet de classer 4.000 lettres et nous avons 200 tables simples pouvant en classer 12.000, c'est-à-dire de quoi

répondre à une arrivée de 4.000.000 de lettres par heure, pour ce troisième degré seulement.

Nous voyons donc, que pour une augmentation de 60 %, c'est-à-dire portant le nombre des lettres à 2.100.000 lettres dans la dernière heure, il nous suffira d'allonger les transporteurs du quatrième étage et d'ajouter des tables de classement au troisième étage.

Le personnel nécessaire pour le classement seulement sera de $720 + 1.200 + 1.800 = 3.720$ agents classeurs pour l'usine unique; il faudra en plus, les agents pour le vidage des sacs à la salle de réception, les agents de la salle de timbrage, ceux relevant les sacs au rez-de-chaussée et chargeant les voitures, les mécaniciens et électriciens pour l'entretien, le personnel pour le nettoyage et la réparation des sacs, ce qui au total donnerait environ 4.000 à 4.200 agents.

Nous pouvons, croyons-nous, grandement améliorer cette façon de faire; nous avons vu au début que le classement mécanique nous permettrait, en conservant les dernières levées aux heures actuelles, de prolonger le classement de près d'une heure, si nous pouvions amener commerçants et industriels à déposer une partie de leur courrier pendant la journée de façon que la dernière heure reçoive moins du tiers des correspondances totales, avec la petite heure que nous gagnons par la mécanique, le $\frac{1}{3}$ de la correspondance pourra être réparti sur deux heures au lieu d'une; le personnel nécessaire ne serait plus :

pour le premier degré que de $\frac{720}{2} =$	360
pour le deuxième degré, de $\frac{1.200}{2} =$	600
pour le troisième degré, 200 tables simples à 3 agents = 600	1.000
pour le troisième degré, 400 tables principales à 1 agent = 400	
ce qui donne comme nombre d'agents classeurs..	1.960
plus ceux de la salle de timbrage, du nettoyage des sacs, du chargement des voiture de.. 200 à	340
ce qui fait un total d'agents de.....	2.160 à 2.300

Nous voyons que grâce à ces dispositions, il nous sera possible d'assurer le classement des lettres de Paris, avec 2.200 agents environ; avec le même matériel, en portant ce nombre à 4.000 ou 4.200, de doubler la production, que nous pourrions encore augmenter de 60 %, avec un peu de matériel en plus.

Nous arriverions donc à classer :

$4.000.000 \times 2 \times (1 + 0,60) = 12.800.000$ lettres
soit plus de trois fois le chiffre actuel.

Ceci nous démontre, une fois de plus, la souplesse d'un semblable organisme.

A la Recette Principale de la Seine, avec 1.120 agents, nous classons :

1.322.095 objets, dont 1/3 d'imprimés, soit....	208.000
1/3 d'échantillons, soit.....	22.500
les lettres chargées.....	25.890
les objets recommandés à prix réduit.....	32.804
au total.....	<u>289.194</u>

ne passeraient pas au classement mécanique.

Nous supposerons que le nombre d'agents affectés au classement de ces objets est proportionnel dans tous les cas à leur nombre, il sera donc de $\frac{1.120 \times 289.194}{1.322.095} = 240$.

Il résulte de ceci que les lettres de la Recette principale qui passeraient au triage mécanique, exigent $1.120 - 240 = 880$ agents pour classer $1.322.095 - 289.194 = 1.032.900$ lettres et que ce classement correspond à peu près au triage au premier degré. Un agent classe donc environ $\frac{1.032.900}{880} = 1.170$ objets par jour.

Avec l'usine de classement, en supposant que les agents assurant les services accessoires de l'usine soient comptés à chaque service proportionnellement au nombre des classeurs, nous aurions au maximum pour le classement au premier degré :

$360 + 340 \times \frac{360}{1.960} = 420$ agents; le nombre d'objets classés par agent sera donc de $\frac{1.400.000}{420} = 3.330$ lettres par jour.

Les triages des deuxième et troisième degrés, ne peuvent plus être comparés à ce qui se fait actuellement dans les bureaux, mais à ce qui est fait par les ambulants.

Nous ne nous sommes pas occupé jusqu'ici des objets recommandés; il y aurait une étude spéciale à faire à ce sujet.

Il ne paraît pas impossible de loger le service des objets recommandés à prix réduit, en entresol, où passent toutes les glissoires du troisième degré, de munir dans cet entresol, chacune d'elles d'une ouverture permettant de jeter les objets recommandés et de les faire ainsi arriver, dans des conditions suffisantes de sécurité, au rez-de-chaussée, dans la boîte et par suite dans le sac voulu.

Il va sans dire que ces chiffres n'ont rien d'absolu, ils découlent d'une première étude qui permet de se fixer les idées sur ce qu'il est possible de faire, il faudrait pour serrer la question de plus près qu'une étude détaillée fût faite par un postier et un ingénieur réunis.

Étude générale. — Nous avons classé toutes les lettres expédiées de Paris, nous allons soulager dans une très grande mesure le travail des ambulants au départ, mais non au retour; nous n'avons donc fait qu'une partie de la besogne; il nous faut maintenant l'envisager pour tout le territoire de la France, c'est-à-dire classer mécaniquement toutes les lettres qui doivent changer de région; pour arriver à ce résultat, nous supposerons que dans tout bureau de poste, quelle que soit son importance, les lettres seront divisées en deux catégories;

1° Celles destinées à la région (région qu'il sera nécessaire de définir) qui seront distribuées par les moyens actuels, nécessitant les ambulants des trains secondaires;

2° Celles destinées aux au-delà de la région; toutes celles-ci seront envoyées en sacs à une usine de classement.

Ces usines convenablement réparties sur le territoire, seront placées aux nœuds de voies ferrées, situés généralement dans une ville importante; elles seront semblables à celle qui vient d'être décrite, elles contiendront un seul élément, deux ou trois selon leur importance.

Dans le cas d'un seul élément, des dispositions spéciales devront assurer la rechange des organes susceptibles d'être arrêtés pour réparations.

Nous voyons par ce qui précède, que la totalité des lettres circulant en France, pourra être classée mécaniquement, sauf les lettres régionales.

Le travail des ambulants en sera particulièrement allégé, tout le classement des lettres territoriales sera fait par des agents travaillant dans des bureaux parfaitement agencés, il n'y aurait plus dans les grands trains que des convoyeurs déposant les dépêches dans les gares indiquées et le petit classement des lettres régionales.

Nous ne voulons pas terminer cette étude, sans répéter encore une fois, que ce que nous venons d'exposer ne constitue pas un projet, mais n'a pour but que de montrer qu'une organisation telle que celle que nous venons de décrire est parfaitement réalisable et aurait pour résultat de simplifier le service dans de très grandes proportions.

ÉTAT ACTUEL DE L'ADMINISTRATION ALLEMANDE

au point de vue du Téléphone et de la Radiotélégraphie (1)

(Février 1920)

De nombreuses difficultés résultent de la guerre, tant au point de vue du matériel que du personnel. Les installations actuelles sont insuffisantes pour faire face aux besoins du service, dont le développement devait croître plus vite qu'avant la guerre. Pendant l'année 1919, 190.000 demandes d'abonnement nouvelles ont été faites, tandis que le chiffre moyen d'avant-guerre était de 125.000. Sur ces 190.000 abonnés, 100.000 seulement sont raccordés; en moyenne, un poste téléphonique d'abonné nouveau n'est installé qu'en un an et demi, sauf pour les abonnés nécessaires à la vie nationale (médecins, certains industriels, etc.), qui bénéficient d'une priorité. Cet accroissement du nombre d'abonnés provient de ce que les tarifs et taxes téléphoniques n'ont pas subi une hausse proportionnelle au coût actuel de la vie et sont relativement très avantageux. L'Administration allemande compte sous peu augmenter ses taxes et tarifs. Des extensions de bureaux sont un peu partout nécessaires: c'est ainsi que dans des bureaux centraux de Berlin tous les jacks sont occupés. Mais cette extension est difficile à réaliser parce que l'on manque de matériel et de main-d'œuvre.

De grandes commandes de matériel ont été faites par l'Administration allemande en 1918, un tiers seulement est actuellement livré. La faible production de l'industrie électrique est due

(1) Mission du Service d'Études et de Recherches techniques (février 1920).

surtout au manque de charbon, et aussi à la difficulté de se procurer des matières premières à cause du cours défavorable du change et de la crise des transports. Les mines de charbon de la Sarre, de la Ruhr et de la Silésie produisent d'une manière insuffisante ; d'où l'impossibilité de fabriquer du fer très rare en Allemagne. Le cuivre manque moins, car on a récupéré celui du matériel de guerre. C'est surtout du manque de charbon que l'industrie allemande se plaint : elle n'a que 40 % de la quantité normale.

L'application rigoureuse de la journée de huit heures a réduit considérablement la production. L'état d'esprit des milieux ouvriers qui font de la politique (fait tout à fait nouveau en Allemagne) est propice à l'éclosion de grèves qui ralentissent encore la production. Enfin, les quelques semaines de révolution ont été totalement improductives.

Lorsque la main-d'œuvre consent à travailler, des empêchements de tous ordres font obstacles : c'est ainsi que pour l'extension du semi-automatique de Dresde, il fut impossible d'employer deux brigades de monteurs travaillant chacune huit heures, parce que, après sept heures du soir, il n'y avait plus de gaz ni de tramways dans les rues à cause du manque de charbon.

En ce qui concerne le personnel de l'Administration allemande, toutes les catégories ne travaillent jamais plus que huit heures par jour. Les téléphonistes ne travaillent que quarante-deux heures par semaine : la surcharge des bureaux téléphoniques ne leur permettrait pas d'assurer plus longtemps leur service, malgré tout le confort qu'on leur a procuré (salles de repos, restaurants coopératifs, etc.).

Dans chaque bureau et dans toute l'Allemagne, une représentation permanente du personnel est instituée de la façon suivante : des commissions comprenant des représentants des différentes catégories du personnel doivent être obligatoirement consultées par les directeurs sur certaines questions concernant la durée du travail, l'organisation du service, etc., et en général sur toutes les questions de personnel. Ces commissions émettent des vœux et font des propositions ; le directeur peut ne pas les

suivre, mais il doit obligatoirement les susciter et les connaître.

Le rendement du personnel a beaucoup baissé et est inférieur à ce qu'il était avant la guerre. Avant 1914, il était calculé d'après les règles américaines : une téléphoniste de départ établissait 180 communications à l'heure dans les grandes villes et une téléphoniste d'arrivée, 450 ; ces chiffres sont réduits d'au moins 30 %, peut-être à cause de la fatigue du personnel mais aussi parce que ce personnel compte de nombreuses auxiliaires recrutées pendant la guerre et qui n'ont pas une formation technique suffisante. Le service téléphonique en particulier est très mauvais.

L'Administration allemande fait des projets d'avenir comme s'ils devaient normalement aboutir ; elle fait des commandes et elle attend qu'on les lui livre. Sept bureaux téléphoniques centraux nouveaux sont prévus pour Berlin, en attendant l'installation d'un système automatique qui sera probablement un automatique complet. Cette réalisation de Berlin automatique nécessitera un travail dont la durée est évaluée à vingt-cinq ans ; d'ailleurs il y a actuellement à Berlin dix bureaux qui sont presque neufs, il serait onéreux de les transformer tous immédiatement. L'expérience du semi-automatique de Dresde comportant 80.000 abonnés a donné d'assez bons résultats malgré des difficultés d'entretien. Cette installation occupe tout de même soixante téléphonistes dans l'heure la plus chargée, chacune établissant 400 communications par heure, ce qui représente la capacité maximum du meuble. C'est insuffisant et bien des réponses « occupé » sont données alors que l'abonné demandé est libre, parce qu'il n'y a pas de ligne libre pour établir la communication. L'entretien exige des mécaniciens de premier ordre ayant une grande expérience ; il est absolument nécessaire d'éviter la poussière : des organisations de protection spéciale ont été réalisées utilisant en particulier des appareils de nettoyage par le vide.

Les erreurs et les dérangements sont plus nombreux dans le système automatique que dans le système manuel mais leur durée moyenne est moindre car, dans le réseau automatique,

lorsque l'abonné est tombé sur une ligne défectueuse, il recommence sa demande et sa communication est vite rétablie.

Des installations automatiques de petite capacité ont été employées avec un très grand succès en Allemagne dans les bureaux municipaux. Leur capacité est inférieure à 100 directions ; ces appareils sont construits par la maison Siemens et Halske, avec les organes constitutifs des grandes installations automatiques.

La firme Siemens et Halske a standardisé minutieusement un système de téléphonie automatique qui dérive du système Strawger ; le poste d'abonné est entièrement métallique et sa construction permet un entretien facile.

Réseau interurbain. — En dehors des lignes aériennes, dont quelques-unes sont pupinisées, le réseau allemand ne comporte qu'un seul câble téléphonique à grande distance entre Berlin et Hanovre. Ce câble devait être prolongé jusqu'à Cologne, mais à cause des difficultés de la guerre, ce travail n'a pu être fait. Son fonctionnement est très satisfaisant ; il est constitué par des conducteurs de cuivre de 2 mm. et 3 mm. sans relais téléphoniques. Le câble et les bobines Pupin ont été fabriqués et posés entièrement par la maison Siemens. L'Allemagne exploite et possède un câble téléphonique sous-marin entre Stralsund et Malmö (Suède) : c'est un câble Krarup qui sert pour la communication de Berlin à Stockholm au moyen d'amplificateurs à Malmö ; ces amplificateurs sont nécessaires à cause du grand affaiblissement du câble. L'articulation est bonne.

L'Administration allemande a fait pendant la guerre de nombreux essais de relais téléphoniques sur des lignes aériennes ; le modèle qui a donné la meilleure satisfaction est un relais téléphonique à doubles amplificateurs avec lignes artificielles représentant les impédances au départ des deux côtés de la ligne. Des relais de ce type sont actuellement en service sur des lignes aériennes et fonctionnent d'une façon satisfaisante.

Les Allemands projettent l'établissement d'un grand réseau de câbles interurbains munis de relais téléphoniques. Ces relais seront à deux amplificateurs avec lignes artificielles établies sui-

vant les méthodes américaines. La pupinisation sera moyenne. Bien que de telles lignes coûtent cher, les Allemands sont décidés à les installer afin de fournir un très bon service interurbain et de faire passer par leur pays la plus grande partie du trafic international européen.

La téléphonie à quatre fils (système van Kesteren amélioré) a été essayée pendant la guerre sur une ligne aérienne et a permis de réaliser une communication Cologne-Constantinople qui a rendu de très grands services.

Des expériences très intéressantes de télégraphie et de téléphonie multiples ont été effectuées en Allemagne sous la direction du Service d'Études de l'Administration allemande. Voir à ce sujet l'article qui se trouve dans ce même numéro des *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, page 155. Les appareils de téléphonie multiple sont depuis quatre mois en service commercial sur un circuit Berlin-Hanovre qui entre dans une combinaison ordinaire ; en dehors des communications par circuits combinants et combinés, on a réalisé ainsi deux communications à haute fréquence dont les longueurs d'onde dans l'air sont, pour la première 6.000 et 7.300 m., et pour la deuxième 8.000 et 10.000 mètres. Le courant de chauffage des lampes amplificatrices et oscillantes est pris sur la batterie téléphonique du bureau central de Berlin ; l'alimentation à 600 volts des plaques des lampes oscillantes est pris sur le réseau de distribution de force électrique de la ville ; les lampes oscillantes ont un débit de 10 watts et lancent sur la ligne un courant alternatif de haute fréquence de 10 milliampères. Les conversations à haute fréquence sont à l'abri de la friture et sont meilleures que les conversations ordinaires. Chaque circuit de haute fréquence donne de 120 à 160 communications par jour ; l'installation n'a pas eu de dérangement depuis quatre mois qu'elle fonctionne ; les appareils étudiés par la Gesellschaft für drahtlose Telegraphie (Telefunken) vont être construits en série par la maison Siemens et Halske.

Une installation de télégraphie multiple est réalisée sur un circuit Berlin-Francfort ; en dehors de la communication télé-

phonique ordinaire ce circuit procure deux communications télégraphiques de haute fréquence avec des longueurs d'onde dans l'air de 12.000 et 13.000 mètres. Le rendement est considérable (de 1.800 à 2.000 télégrammes par liaison à haute fréquence); la moitié du trafic télégraphique Berlin-Francfort est écoulée de cette manière. Un relais Siemens commandé par l'appareil placé dans la salle des transmissions interrompt le circuit de grille d'une lampe oscillante, ce qui lance sur la ligne des trains d'oscillations à haute fréquence; à la réception on réalise des battements au moyen d'une hétérodyne, on redresse ces battements avec un détecteur à lampe et le courant redressé agit par l'intermédiaire d'un relais Siemens sur l'appareil télégraphique récepteur.

Au point de vue de la Télégraphie sans fil, les Allemands se sont surtout efforcés de réaliser et de perfectionner des postes à lampes pour les petites puissances (des modèles de 1 à 10 kilowatts sont actuellement construits par la Telefunken) et des postes à alternateurs de haute fréquence pour les grosses puissances. Pour les puissances moyennes, l'arc semble pour le moment devoir être conservé.

Les Allemands tendent à ne plus employer que des postes à ondes entretenues (surtout des lampes et des alternateurs), destinés d'après eux à remplacer complètement les postes à étincelles dans l'avenir.

Lignes télégraphiques souterraines et sous-marines

EN ANGLETERRE

Par M. BAILLET,
Ingénieur des Postes et Télégraphes.

L'Angleterre possède un réseau très développé de lignes souterraines, comprenant presque toutes ses grandes communications. Les câbles employés sont du type sous plomb isolé au papier. On a coutume de définir en Angleterre chaque câble par une équation qui donne sa composition.

Je citerai :

Londres-Birmingham, câble n° 1 $1\frac{76}{150}$ T (ce qui veut dire que ce câble se compose de 76 fils pesant chacun 150 livres anglaises par mille anglais : 1 livre anglaise vaut 453 gr. ; 1 mille = 1.609 mètres).

Londres-Birmingham, câble n° 2 $\frac{16}{200}$ MT + $\frac{44}{150}$ MT + $\frac{34}{70}$ SS.

Les lettres T, MT, SS indiquent la manière dont les fils sont rangés dans le câble. T désigne un câble composé de paires de fils ; les deux conducteurs d'une même paire, isolés au papier de même couleur, sont cordelés ensemble, un petit fil rouge entourant l'un, et un fil blanc, l'autre ; les pas de torsion ne sont pas les mêmes pour les différentes couleurs. Ainsi pour un câble de 40 l. par mille, nous avons les pas suivants :

Couleur rouge : 12 cm. 5 ; couleur bleue : 15 cm.

Couleur blanche : 17 cm. 5 ; couleur verte : 20 cm.

Dans un câble marqué MT, les paires sont groupées pour former des faisceaux soit de 4, de 8 ou de 16 fils. Ainsi, le câble à faisceaux de 4 fils, qui est le type standard, se compose de deux paires, associées entre elles. Le tout est recouvert d'un ruban de

papier ayant une couleur distinctive. De même que dans le câble T, les pas de torsion ne sont pas les mêmes pour les différentes couleurs. SS désigne un câble composé de simples fils, recouverts d'un ruban de cuivre. Le Post Office ne pose plus de ces fils parce qu'ils ne sont pas protégés contre l'induction dynamique, le ruban de métal autour du fil ne jouant le rôle d'écran que pour les phénomènes statiques.

L'Administration anglaise fait actuellement poser un câble Londres-Manchester, de spécification 308/40 T, dont 104 fils serviront pour le télégraphe et 204 pour le téléphone (avec amplificateurs à lampes à trois électrodes). •

Le Post Office emploie, sur ses lignes souterraines, presque exclusivement, notre appareil Baudot : certaines lignes sont exploitées avec des appareils Siemens, Murray, Western Electric, mais c'est l'exception. Londres-Liverpool est exploité au Siemens monté en duplex différentiel ; Londres-Manchester avec un double Murray. Mais ce dernier système manque d'élasticité, ne comportant pas de contacts de propagation, il exige le fonctionnement en duplex ; cela peut être un bien, si on a des lignes parfaitement équilibrées, ce qui semble être le cas avec le réseau souterrain anglais.

Le mode d'exploitation qui s'est le plus généralisé en Angleterre est le duplex, en différentiel ou en pont de Wheatstone. Les deux types d'installation les plus répandus sont le Baudot quadruple duplex et le Baudot double duplex. Les Anglais associent toujours le système Baudot et le duplex. Ils estiment que ce montage réduit le temps de propagation, ce qui permet souvent d'utiliser un plus grand nombre de secteurs.

L'exploitation en duplex s'est donc standardisée grâce au réseau souterrain bien construit et bien entretenu, ce qui est aussi une condition nécessaire pour obtenir une balance stable ; en effet, sur le circuit Londres-Newcastle (câble de 360 milles de longueur) fonctionnant en quadruple duplex, la balance d'équilibre n'avait pas été modifiée depuis six mois. C'est là un résultat qu'il serait impossible d'obtenir sur une ligne aérienne. Pour donner une idée de la théorie de cette question et de son appli-



Principales lignes télégraphiques souterraines en Angleterre.

cation pratique, on peut se rapporter au travail de M. Fraser, sur la « balance duplex ».

La balance duplex est obtenue au moyen d'un circuit de compensation à six variables qui sont pratiquement des combinaisons d'éléments standards de résistance et de capacité ; une balance théoriquement parfaite est impossible à réaliser avec un arrangement d'appareils de compensation standard ; elle ne peut être obtenue qu'en produisant la symétrie électrique exacte du circuit de compensation et de la ligne. En pratique, cette condition est atteinte si le galvanomètre n'est pas affecté par le travail du manipulateur, quand la batterie du poste correspondant a été remplacée par une résistance équivalente ; mais, à moins que les deux circuits soient absolument symétriques, les courants transmis ne seront jamais égaux à travers les bobines différentielles de l'appareil récepteur. L'expérience a montré qu'avec les appareils ordinairement employés, une différence de $1/25$ à $1/50$ de volt entre les potentiels aux extrémités des deux bobines d'un récepteur Wheatstone ou d'un relais donnait un travail satisfaisant en duplex.

1° MONTAGE EN DUPLEX DIFFÉRENTIEL.

A) Cas d'une ligne unifilaire.

Dans le but de déterminer la valeur de la capacité requise dans le condensateur de compensation, considérons une ligne unifilaire A B ayant une batterie (dont un pôle est à la terre)

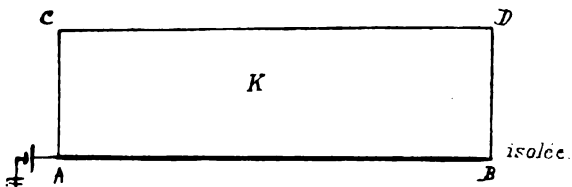


Fig. 1.

appliquée à l'une de ses extrémités, l'autre étant isolée (fig. 1). Si l'isolement est parfait, aucun courant ne circule, et en chaque point de la ligne, nous avons le même potentiel, à savoir

la force électromotrice de la batterie représentée par l'ordonnée AC ou BD, la charge statique accumulée est graphiquement représentée par l'aire du rectangle ABCD, et le produit $AB \times AC$ peut être pris comme une mesure de la capacité K électrostatique de la ligne.

Si l'extrémité B de la ligne est mise à la terre, nous avons la figure 2.

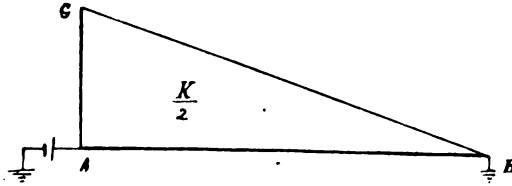


Fig. 2.

Les points A et B sont maintenant à des potentiels différents et la chute de voltage est donnée par la pente de la ligne CB. La charge statique, et par suite la capacité de la ligne, sera mesurée par l'aire du triangle ABC, c'est-à-dire par le produit $\frac{AB \times AC}{2}$. La capacité de la ligne, avec son extrémité mise à terre, est égale à la moitié de la capacité mesurée ou $\frac{K}{2}$.

Quand on enlève la batterie et que l'on met la ligne à la terre

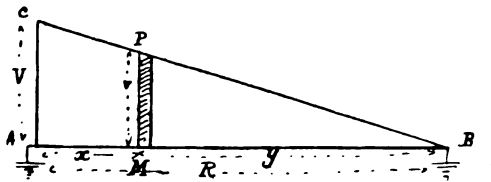


Fig. 3.

en A, la charge s'écoule à la terre par les deux bouts de la ligne ; pour déterminer la quantité q qui se décharge en A et aussi le point de la ligne où a lieu la décharge, considérons le triangle ABC (fig. 3), l'aire de ce dernier correspond à la quantité Q se déchargeant aux deux extrémités.

Supposons que la décharge ait lieu au point M, x et y divisent la résistance R en deux parties, alors le trapèze ACPM représente la quantité q qui se décharge en A, et l'aire du triangle PMB, celle qui passe en B. Considérons la petite aire hachurée sur la figure PP' MM', telle que MM' = dx . Cette quantité infinitésimale $dq_1 = v dx$ se décharge à travers un circuit formé de deux résistances et parallèle. On sait que le partage des charges a lieu en raison inverse des résistances, soit dq , la partie qui s'écoule le long de y , on a :

$$\begin{aligned} dq \times y &= dq' \times x \\ \frac{dq}{dq'} &= \frac{x}{y} \\ \frac{dq}{dq + dq'} &= \frac{dq}{dq_1} = \frac{x}{x + y} = \frac{x}{R} \\ dq &= v dx \times \frac{x}{R} \end{aligned}$$

Les triangles semblables BMP et BAC donnent :

$$\frac{V}{v} = \frac{R}{x}$$

d'où
$$dq = \frac{V}{R^2} x^2 dx$$

Intégrons entre les limites $x = R$ et $x = 0$

$$\int_0^R dq = \frac{V}{R^2} \int_0^R x^2 dx = \frac{V}{R^2} \left[\frac{x^3}{3} \right]_0^R = \frac{VR}{3}$$

C'est-à-dire q est égal au 1/3 de la capacité totale portée par la ligne diconnectée ou au 2/3 de la quantité Q, quand son extrémité est mise à la terre. Mais l'aire $\frac{VR}{2}$ du triangle est une mesure numérique de la capacité $\frac{K}{2}$ de la ligne, et par suite la capacité de compensation requise pour balancer la quantité q qui se décharge de la ligne est égale à $\frac{2}{3} \times \frac{K}{2} = \frac{K}{3}$ microfarads.

Les deux sections x et y se déterminent ainsi ; on a évidemment :

$$\frac{vx}{2} = \frac{1}{3} \cdot \frac{V}{2} (x + y)$$

mais
$$v = V \cdot \frac{x}{x + y}$$

d'où :
$$\frac{V}{2} \cdot \frac{x^2}{x + y} = \frac{1}{3} \cdot \frac{V}{2} \cdot (x + y)$$

et
$$x\sqrt{3} = x + y$$

$$\frac{x}{y} = \frac{1}{\sqrt{3} - 1} = \frac{1}{0,732}$$

$$\frac{x + y}{y} = \frac{R}{y} = \frac{1,732}{0,732}$$

$$y = 0,4227 R$$

La résistance de la section y , renfermant les $2/3$ de la charge portée par toute la ligne, est exprimée en fonction de R .

Ayant maintenant trouvé la capacité $\frac{K}{3}$ requise dans le triple condensateur pour balancer la quantité q qui se décharge de la

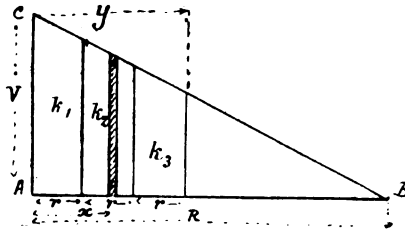


Fig. 4.

ligne, et aussi le point où se fait cette décharge, il reste à calculer comment se partage la capacité $\frac{k}{3}$ entre les trois sections du condensateur, et aussi à déterminer la valeur des résistances des bobines associées à cet effet.

Divisons la longueur y en trois parties égales, chacune étant égale à r , menons les ordonnées correspondantes DD_1 , EE_1 , FF_1 (fig. 4). Les trois aires k_1 , k_2 , k_3 , entre lesquelles se divise le trapèze ACF_1F correspondent aux valeurs des capacités requises dans les sections du condensateur. Ces aires sont déterminées de la façon suivante : Considérons le petit élément hachuré à une distance x de l'extrémité A, ayant une longueur dx et une hauteur v . Cette aire élémentaire a pour expression $v dx$.

D'après des considérations géométriques $\frac{v}{V} = \frac{R-x}{R}$. D'où
 $v dx = V \cdot \frac{R-x}{R} \cdot dx$. On a :

$$\text{aire } k_1 = \frac{V}{R} \int_0^r (R-x) dx = \frac{V}{R} \left[Rx - \frac{x^2}{2} \right]_0^r = \frac{V}{R} \left(Rr - \frac{r^2}{2} \right)$$

$$\text{aire } k_2 = \frac{V}{R} \int_r^{2r} (R-x) dx = \frac{V}{R} \left[Rx - \frac{x^2}{2} \right]_r^{2r} = \frac{V}{R} \left(Rr - \frac{3r^2}{2} \right)$$

$$\text{aire } k_3 = \frac{V}{R} \int_{2r}^{3r} (R-x) dx = \frac{V}{R} \left[Rx - \frac{x^2}{2} \right]_{2r}^{3r} = \frac{V}{R} \left(Rr - \frac{5r^2}{2} \right)$$

$$\text{mais } r = \frac{y}{3} = \frac{1}{3} \times \frac{0,732}{1,732} R = 0,141 R$$

d'où :

$$k_1 = \frac{V}{R} (0,141 R^2 - 0,01 R^2) = 0,131 RV$$

$$k_2 = \frac{V}{R} (0,141 R^2 - 0,03 R^2) = 0,111 VR$$

$$k_3 = \frac{V}{R} (0,141 R^2 - 0,05 R^2) = 0,091 VR$$

Or $VR = K$ égal à la capacité de la ligne AB, donc k_1 , k_2 , k_3 s'expriment en fonction de K, à savoir :

$$k_1 = 0,131 K$$

$$k_2 = 0,111 K$$

$$k_3 = 0,091 K$$

Mais la capacité mesurée K de la ligne est égale au produit

de la longueur de la ligne L en milles et de sa capacité par mille, par conséquent en prenant la capacité d'un fil télégraphique souterrain comme égale à 0,1 mf. par mille — il a été trouvé que cette valeur donnait de bons résultats en pratique — K peut être remplacé par $0,1 \times L$. Les formules de la balance de capacité deviennent alors :

$$k_1 = 0,0131 L$$

$$k_2 = 0,0111 L$$

$$k_3 = 0,0091 L$$

En vue de balancer les effets électrostatiques d'un circuit souterrain travaillant en duplex par la méthode différentielle, il est presque toujours nécessaire de connaître la longueur du circuit d'après des tableaux officiels, pour pouvoir calculer les valeurs des capacités k_1 , k_2 et k_3 .

Comme la plus petite valeur de réglage dans le condensateur est 0,25 mf., le calcul se simplifiera et il n'y aura pas d'erreur introduite en prenant les facteurs numériques égaux à 0,013, 0,012 et 0,01 respectivement.

On remarquera qu'à l'observation de la figure 4, la portion de k_1 la plus voisine de A , se décharge seulement à travers une partie de la résistance r_1 , parce que la portion la plus éloignée de k_1 est retardée par la résistance tout entière r . Par suite, on peut considérer que la décharge de k_1 se fait à travers une résistance $\frac{r}{2}$. On a donc $\frac{r}{2} = 0,07 R = r_1$. De même k_2 se décharge à travers $\frac{r}{2} + r = \frac{3r}{2} = 0,21 R = r_2$, et k_3 à travers $\frac{r}{2} + 2r = \frac{5r}{2} = 0,35 R = r_3$. Ce sont les valeurs des résistances à donner aux bobines connectées dans le circuit du condensateur. La figure 5 montre la disposition de ces bobines dans le circuit du triple condensateur.

Le procédé à suivre pour équilibrer un circuit différentiel duplex, unifilaire souterrain, peut se résumer comme il suit : D'abord reconnaître la longueur L du circuit et calculer les

valeurs à donner à k_1 , k_2 et k_3 . Placer les capacités ainsi trouvées dans les sections respectives du condensateur. Ensuite procéder à la balance ohmique du circuit en demandant au poste correspondant de remplacer sa batterie par une résistance égale ou de

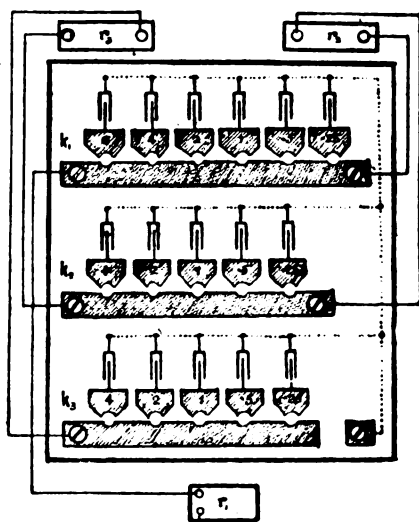


Fig. 5.

donner « R » comme cela s'appelle. Ajuster le rhéostat jusqu'à ce que l'aiguille du galvanomètre reste pratiquement, sans être troublée, dans la position verticale quand on manipule. Cette condition ayant été obtenue, les résistances r_1 , r_2 et r_3 peuvent être calculées en fonction de la résistance d'équilibre R du rhéostat.

Pour vérifier l'exactitude de la balance, il est nécessaire d'avoir le relais ou le récepteur dans sa position neutre. A moins que la balance soit exacte, on observera, par la marche du transmetteur à faible vitesse, que le fait de tourner la vis de réglage dans une direction ou dans une autre provoque des « manques » dans l'appareil récepteur local, auquel cas la vis de réglage est graduellement et lentement tournée vers la position « spacing » jusqu'à ce que l'impression soit correcte. La vis est ensuite tournée légèrement vers la position « marking » jusqu'à ce que les

manques recommencent à apparaître sur la bande, moment auquel la balance peut être rendue parfaite. Cela se fait par l'addition ou la soustraction de 0,25 mf. dans l'une des trois sections du condensateur, en commençant par celle du dessus. L'effet sur les blancs, de tout changement, doit être observé avec soin, et si, le fait d'ajouter de la capacité les rend plus nombreux, cela veut dire que la capacité primitive était trop grande. Un essai est alors fait avec 0,25 mf. en moins que la valeur calculée, et si les blancs disparaissent quand le changement a été fait, la vis de réglage est encore tournée lentement vers la position « marking » jusqu'à ce que les blancs réapparaissent, lorsque l'effet d'ajouter ou de retrancher une petite capacité dans l'une des autres sections est encore observé. Si l'on doit encore rendre la bande nette, le procédé est répété jusqu'à ce que l'on atteigne ce point, à savoir le fait de tourner légèrement la vis de réglage dans une autre direction doit tendre à produire des blancs sur la bande qui se déroule nette ou marquée d'un trait plein, fonction du fait que la vis de réglage a été tournée dans la direction « spacing » ou « marking ». Ce résultat peut aussi être obtenu par de petites variations de la résistance r_1 , mais, comme une règle, une petite variation de capacité produit l'effet demandé.

B) Cas d'un circuit bifilaire ou cas de la boucle souterraine.

Dans le cas d'une boucle souterraine, circuit exploité par le système différentiel duplex, la méthode pour obtenir l'équilibre est précisément semblable à celle décrite pour le circuit unifilaire. Les capacités de compensation sont toutefois différentes, à cause du fait que la capacité de fil à fil de la boucle est plus petite que la capacité entre fil et terre du simple fil. Cette dernière a été prise égale à 0,1 mf. par mille, celle de la boucle est seulement de 0,065 mf. par mille, ce qui fait que pour rendre applicables les formules de la ligne unifilaire à la boucle travaillant en duplex, il suffit de multiplier les valeurs trouvées pour k_1 , k_2 et k_3 par le facteur 0,65. Les capacités à placer dans le triple condensateur, dans le cas de la boucle, sont donc :

$$k_1 = 0,00852 \text{ L}$$

$$k_2 = 0,00723 \text{ L}$$

$$k_3 = 0,00593 \text{ L}$$

Les coefficients numériques de r_1 , r_2 et r_3 sont les mêmes que dans le cas du circuit unifilaire, mais le facteur R sera naturellement variable avec chaque circuit particulier. On aura :

$$r_1 = 0,07 R \quad r_2 = 3 r_1 \quad r_3 = 5 r_1$$

A chaque occasion, l'application de ces formules a donné satisfaction, et récemment une nouvelle boucle souterraine, circuit de 250 milles de longueur, a été équilibrée avec un plein succès en cinq minutes sans avoir à changer les capacités et les valeurs des résistances calculées et placées dans le condensateur et les bobines. Le tableau suivant donne les particularités de cet équilibre de capacité :

	Capacité calculée	Capacité requis ^e effectivement
k_1	2 ^{mf} 13	2 ^{mf} 25
k_2	1 81	2 00
k_3	1 48	1 5

La résistance d'équilibre dans le rhéostat étant $R = 3.720^\omega$, les valeurs à donner à r_1 , r_2 et r_3 furent :

$$r_1 = 260^\omega$$

$$r_2 = 780^\omega$$

$$r_3 = 1500^\omega$$

et aucun changement dans ces chiffres ne fut nécessaire.

Comme la résistance et la capacité des fils souterrains restent pratiquement constantes, la balance demeure elle-même fixe. Si l'on est obligé de modifier la balance, cela révèle l'existence d'un défaut dans le circuit.

2° MONTAGE DUPLEX EN PONT DE WHEATSTONE.

La balance d'un circuit souterrain bifilaire travaillant en duplex par la méthode du pont de Wheatstone est plus difficile à obtenir que la balance différentielle, car il faut compenser l'augmen-

tation de résistance et de capacité du système à chaque extrémité de la ligne. Il n'y a pas de formules empiriques qui puissent servir à calculer les valeurs de la balance pour tous les circuits souterrains exploités par ce système. On a souvent réalisé cette balance par des méthodes d'essai, principalement avec l'aide d'un voltmètre sensible.

De l'augmentation de résistance à l'extrémité de la boucle résulte une redistribution de la capacité, et comme conséquence, un accroissement dans la capacité requise pour la balance. Le tableau suivant, contenant des résultats d'expérience, le montre :

Résistance ajoutée	Balance de la capacité			Capacité totale de la balance
	k_1	k_2	k_3	
0 ^(b)	2 ^m	1 ^m 75	1 ^m 25	5 ^m
1.000	3 75	1 5	1 25	6 5
2.000	3 75	2 25	1 75	7 75
4.000	5	2 75	1 75	9 5
6.000	5 25	2 75	2 5	10 5
8.000	5 75	3	2 5	11 25
10.000	6 75	2 5	2 5	11 75

En vue de trouver une expression simple qui se prête au calcul

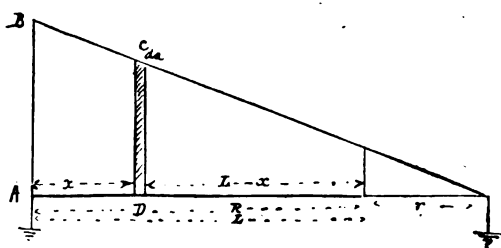


Fig. 6.

de la balance de capacité pour une boucle duplex à pont, quand on connaît sa capacité de fil à fil et sa résistance d'équilibre, ainsi

Ann. des P., T. et T., 1920-I (9^e année)

que la résistance ajoutée à son extrémité éloignée, considérons la figure 6 dans laquelle

L = longueur du câble ;

R = résistance du câble ;

V = voltage appliqué à l'extrémité équilibrée ;

r = résistance non inductive ajoutée à l'extrémité du câble.

L'aire du trapèze ABCD représente la quantité Q qui charge la ligne. Le courant I , dans ce circuit, est égal à :

$$I = \frac{V}{R + r}$$

et le potentiel P à l'extrémité du câble :

$$P = \frac{Vr}{R + r}$$

Si v est le potentiel au point du câble où se fait la décharge, et si x est la longueur du câble entre l'extrémité du câble et ce point, on a :

$$\frac{V - v}{\frac{R}{L}x} = \frac{V}{R + r}$$

d'où
$$V - v = \frac{V}{R + r} \cdot \frac{R}{L}x$$

et
$$v = \frac{V[L(R + r) - Rx]}{L(R + r)}$$

Soit dq un élément de la charge portée par le câble on a :

$$dq = v \times k \times dx = \frac{V[L(R + r) - Rx]}{L(R + r)} k dx$$

où k est la capacité par unité de longueur du câble.

Soit dq_1 la quantité d'électricité se déchargeant à l'extrémité équilibrée, on a :

$$dq_1 \times \frac{R}{L}x = (dq - dq_1) \left[(L - x) \frac{R}{4} + r \right]$$

$$\text{d'où : } \frac{dq_1}{dq - dq_1} = \frac{(L-x) \frac{R}{L} + r}{\frac{R}{L} x}$$

$$\text{et : } \frac{dq_1}{dq} = \frac{(L-x) R + L r}{L (R + r)} = \frac{L (R + r) - R x}{L (R + r)}$$

$$dq_1 = dq \times \left[\frac{L (R + r) - R x}{L (R + r)} \right] =$$

$$\frac{V K}{L^2 (R + r)^2} \{ L (R + r) - R x \} \{ L (R + r) - R x \} dx$$

Intégrons entre les limites $x = L$ et $x = 0$,

$$\begin{aligned} q_1 &= \frac{V k}{L^2 (R + r)^2} \int_0^L \{ L^2 (R + r)^2 - 2 R L (R + r) x + R^2 x^2 \} dx \\ &= \frac{V k}{L^2 (R + r)^2} \left[L^2 (R + r)^2 x - 2 R L (R + r) \frac{x^2}{2} + \frac{R^2 x^3}{3} \right]_{x=0}^{x=L} \\ &= \frac{V k L}{(R + r)^2} \left(R r + \frac{R^2}{3} + r^2 \right) \end{aligned}$$

Si $r = 0$, cette expression redonne $\frac{V k L}{3}$, quantité qui est exactement balancée par la capacité de $\frac{K}{3}$ microfarads dans le condensateur, quand K est la capacité de fil à fil de la boucle.

Cette formule donne la balance de capacité de la boucle exploitée en duplex à point, moins les condensateurs de signalisation et de lecture.

Le réseau de résistance r introduit dans la boucle peut se représenter schématiquement par la figure 7 :

a et f = bobines duplex de 3.000^m chacune ;

b = shunt de 8.000^m ;

c = la batterie, ou lampe de résistance, 300^m ;

d = la résistance d'équilibre ;

r est donné par la formule :

$$r = \frac{f(a+c)(b+d) + ab(d+c) + ac(a+b)}{f(a+b+c+d) + (a+b)(d+c)}$$

L'effet des condensateurs de lecture et de signalisation sur la résistance du réseau à l'extrémité éloignée est aussi d'accroître la capacité requise pour la balance. Considérons d'abord le cas

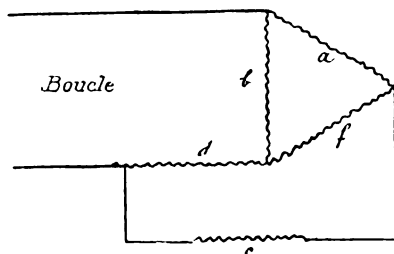


Fig. 7.

du condensateur de signalisation de capacité k , une décharge Q se partagera entre la boucle et le réseau représenté par la figure 8.

Pour simplifier le calcul de la quantité q qui s'écoule dans la boucle, et aussi la capacité d'équilibre, nous pouvons négliger la

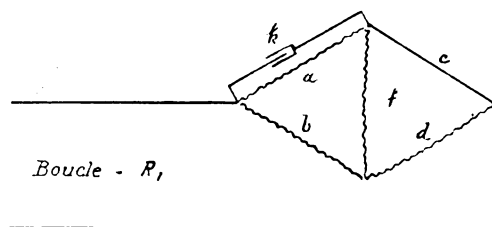


Fig. 8.

résistance c de la batterie, sans introduire d'erreur dans le résultat.

Soit R_1 la résistance de la boucle, r celle du réseau ci-dessus, la quantité q qui s'écoule dans R_1 est :

$$q = Q \times \frac{r}{R_1 + r}$$

soit V le potentiel à l'extrémité équilibrée du câble et v la chute de voltage à travers a , on a , e étant négligeable :

$$q = Q \times \frac{a b}{R_1 (a + b + y) + a (b + y)}$$

Si V est le potentiel à l'extrémité équilibrée du câble, et v la chute de voltage en $b + y$, on a :

$$\frac{V}{v} = \frac{R_2 + \frac{a(b+y)}{a+b+y}}{\frac{a(b+y)}{a+b+y}}$$

d'où

$$v = \frac{V a (b+y)}{R_2 (a+b+y) + a (b+y)}$$

Le potentiel v_1 auquel est chargé le condensateur k_1 est, par suite, égal à :

$$\begin{aligned} v_1 &= \frac{V a (b+y)}{R_2 (a+b+y) + a (b+y)} \times \frac{b}{b+y} \\ &= \frac{V a b}{R_2 (a+b+y) + a (b+y)} \end{aligned}$$

Or, $Q = k_1 v_1$, donc

$$Q = \frac{k_1 V a b}{R_2 (a+b+y) + a (b+y)} \quad \text{et}$$

$$q_2 = \frac{k_1 V (a b)^2}{\{ R_2 (a+b+y) + a (b+y) \} \{ R_1 (a+b+y) + a (b+y) \}}$$

d'où la capacité requise dans le condensateur d'équilibre :

$$\frac{k_1 (a b)^2}{\{ R_2 (a+b+y) + a (b+y) \} \{ R_1 (a+b+y) + a (b+y) \}} \quad (c)$$

La somme des 3 expressions (A), (B), (C)

$$\begin{aligned} &\frac{K}{(R+r)^2} \left(Rr + \frac{R^2}{3} + r^2 \right) + \frac{k r^2}{(R_1+r)(R_2+r)} + \\ &\frac{k_1 (a b)^2}{\{ R_2 (a+b+y) + a (b+y) \} \{ R_1 (a+b+y) + a (b+y) \}} \end{aligned}$$

donnera la capacité totale pour équilibrer un circuit travaillant en duplex par la méthode du pont. Contrairement à ce qui se passe dans le système différentiel duplex, dans lequel la capacité peut être exactement calculée — elle est égale à $1/3$ de la capa-

citée mesurée de la ligne — le calcul de la capacité présente, dans le système à pont, de grandes difficultés, attendu qu'il faut non seulement compenser la capacité de la ligne, mais aussi celle des appareils.

Dans le système différentiel duplex, la balance est seulement troublée par les variations de la ligne, tandis que dans le système à pont, il faut tenir compte en plus, des variations qui se produisent dans la résistance b et dans la capacité k_1 , et aussi de la résistance d'équilibre d , dans le rhéostat du poste éloigné.

Cette théorie donne de bons résultats dans la pratique. Ainsi le 31 octobre 1919, sur le circuit Londres-Hull, de 319,2 milles de longueur, la balance était (circuit monté en différentiel duplex) :

$$R = 4.920^{\omega}$$

$$k_1 = 3^{\text{mf}}$$

$$r_1 = 320^{\omega}$$

$$k_2 = 2 \quad 25$$

$$r_2 = 1.200$$

$$k_3 = 2$$

$$r_3 = 1.850$$

En employant les formules données dans la théorie, on trouve :

$$R = 4.920^{\omega}$$

$$k_1 = 2^{\text{mf}} 7$$

$$r_1 = 344^{\omega}$$

$$k_2 = 2 \quad 38$$

$$r_2 = 1.032$$

$$k_3 = 1 \quad 91$$

$$r_3 = 1.720$$

Ces derniers nombres sont une très bonne indication, et partant de là, on peut parfaire la balance du circuit. Le système le plus employé en Angleterre est le différentiel duplex, toutefois, on trouve des systèmes à pont, comme sur la ligne Londres-Aberdeen, avec relais à Preston.

Le relais standard, adopté par le Post Office, est le relais « G ». C'est une modification du relais Gulstad, mais il présente sur le dernier le grand avantage qu'il peut être employé dans un circuit duplex soit « en pont », soit « différentiel ».

Voici d'ailleurs les connexions des circuits duplex en « pont » et en « différentiel » dans leur forme schématique (fig. 9 et 10).

En ce qui concerne les rendements obtenus par les lignes sou-

terrains anglaises, on peut citer : Londres-Newcastle, circuit de 355 milles 3, exploité par un quadruple Baudot en duplex différentiel où l'on trouve jusqu'à 398 communications échangées

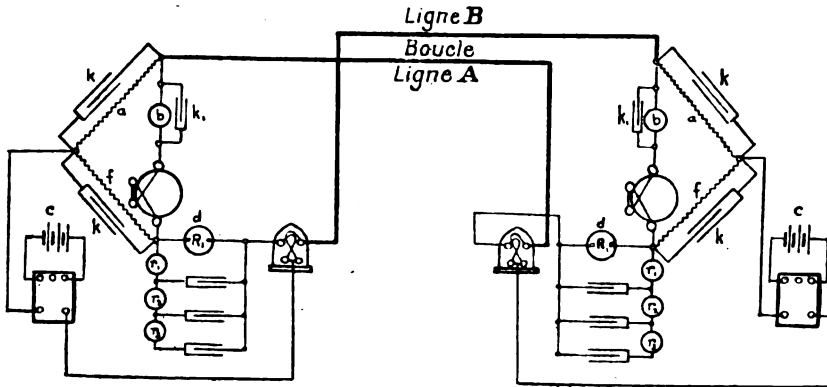


Fig. 9. — Circuit duplex en pont de Wheatstone.

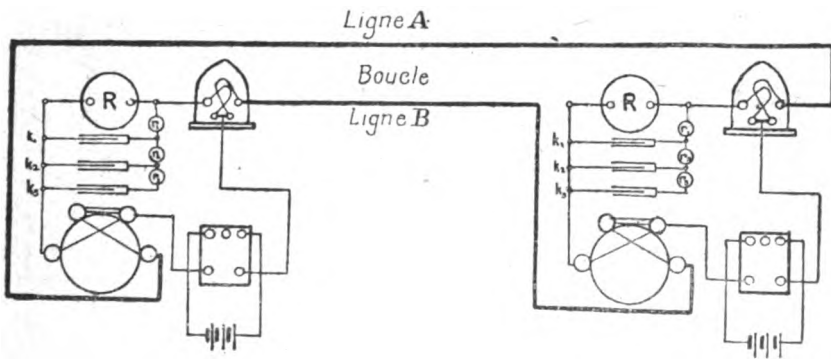
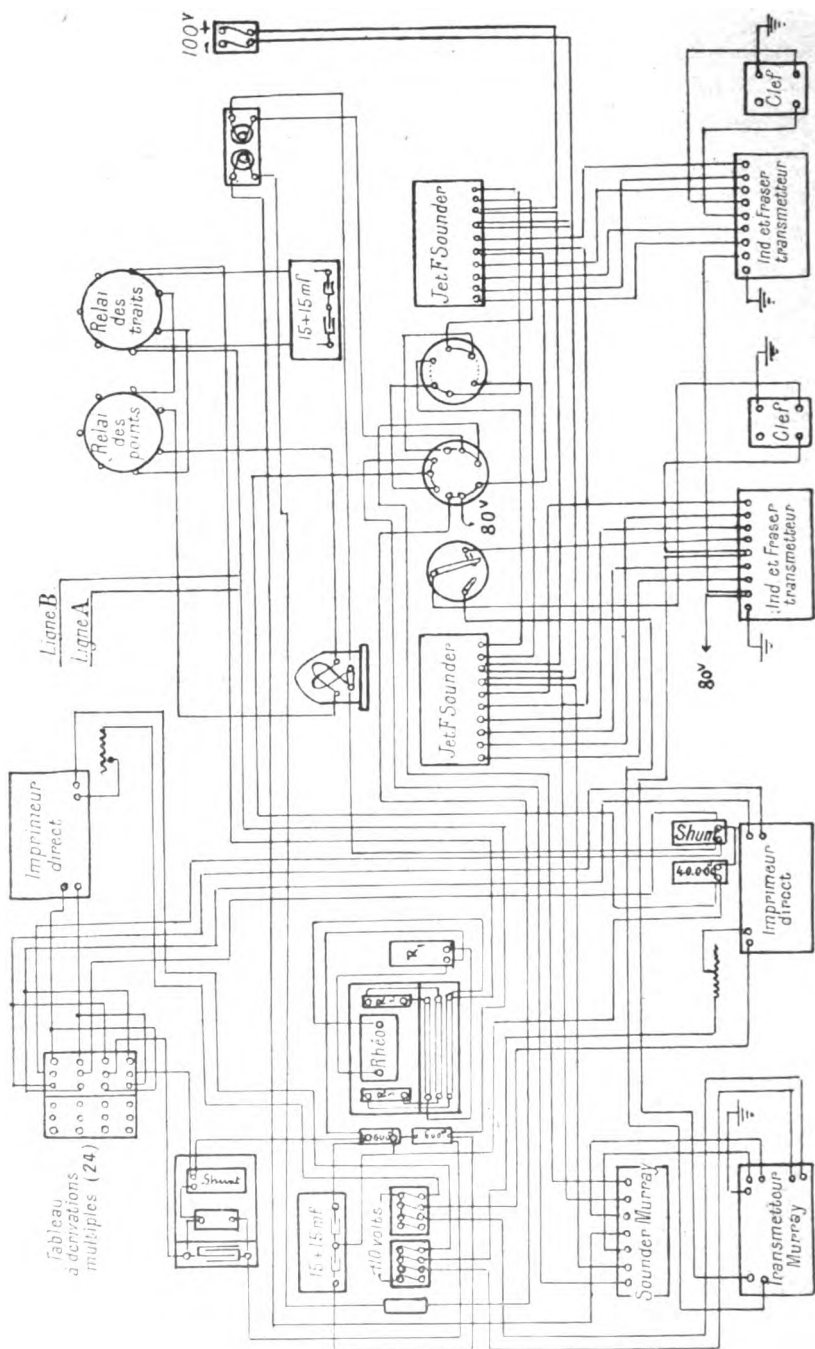
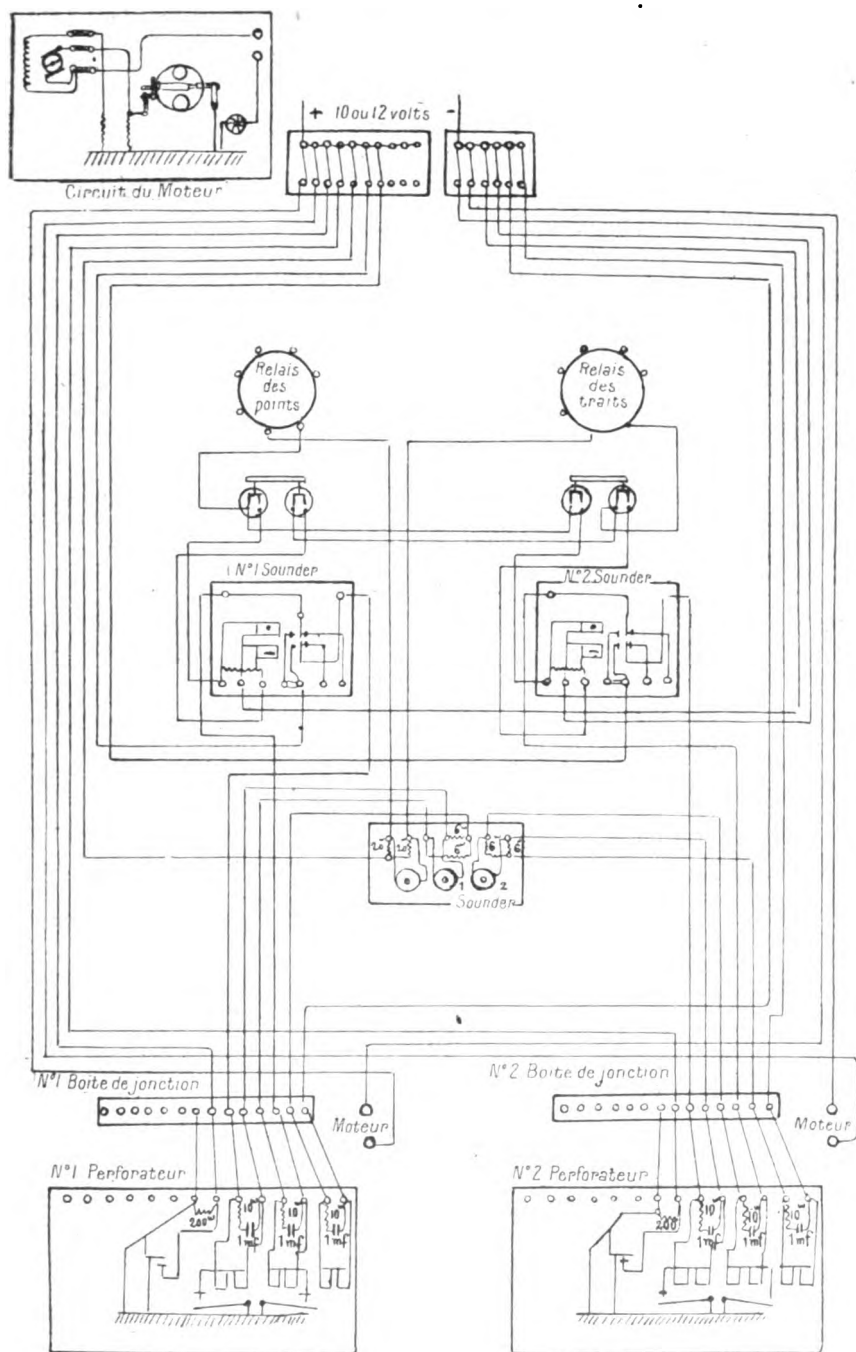


Fig. 10. — Circuit duplex différentiel.

en une heure. Londres-Edimbourg, circuit de 458 milles 5 exploité par un quadruple Baudot, en duplex différentiel avec relais à Preston; on a atteint dans une séance de dix heures, le chiffre de 3.912 télégrammes, soit une moyenne horaire de 391 communications.



Pl. I. — Câble Impérial. Poste de Londres.



Pl. II. — Câble Wheatstone. Perforateur.

II

TÉLÉGRAPHIE PAR CABLES SOUS-MARINS

Le câble Impérial, reliant l'Angleterre au Canada (Londres-Penzance-Tayal (Açores)-Halifax) est relié à Londres par un câble souterrain de 339,7 milles de longueur. Il comporte deux sections dont voici les constantes :

Section	Longueur en km.	Résistance en ohms.	Capacité en mfs.	KR
Penzance-Tayal (Açores)	2.512,875	3.97801	510,025	2,028
Tayal-Halifax	3.910,228	3.846	843,176	3.242

L'installation duplex de Londres (fig. 11) est une combinaison

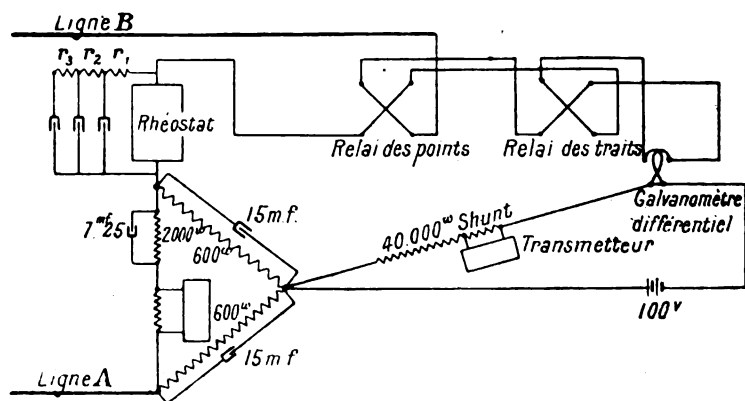


Fig. 11.

du montage différentiel et du montage en pont. Cette combinaison n'exige pas de lignes artificielles compliquées car elle présente une élasticité remarquable.

Le 3 novembre 1919, la balance était la suivante :

RHÉOSTAT 7.200^ω

$$C_1 = 3^{\text{mf}} 35$$

$$r_1 = 240^{\omega}$$

$$C_2 = 3 \quad 35$$

$$r_2 = 3.900$$

$$C_3 = 2 \quad 75$$

$$r_3 = 2.600$$

Les signaux transmis par Londres sont répétés à Penzance, ainsi qu'à Tayal (Açores) au moyen d'un *Dipper relais* (relais à

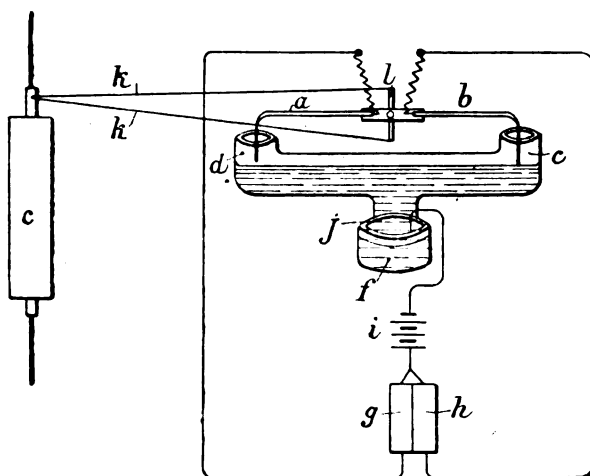


Fig. 12.

plongeur) comprenant une tige de contact suspendue (ou montée sur pivot) qui se termine par un fil très fin pouvant plonger dans un liquide électrolytique.

La figure schématique (fig. 12) représente l'ensemble du relais et la fig. 13 une partie (en grandeur naturelle).

Avec ce relais, on peut employer n'importe quel type de récepteur, par exemple un siphon recorder, en remplaçant le siphon par deux conducteurs métalliques *a* et *b*, susceptibles d'un mouvement de va-et-vient sous l'effet de la bobine, *C* du récepteur à l'aide des lanières *k* et de l'aiguille verticale *l*. Les extrémités des deux conducteurs, à l'état de repos, se trouvent à une petite distance d'un liquide conducteur (acide sulfurique, par exemple)

contenu dans les vases *d* et *c* communiquant avec un troisième récipient *f*.

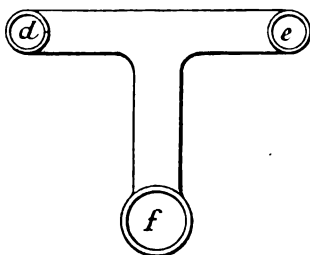


Fig. 13.

Les tiges *a* et *b* sont reliées électriquement aux bobines *g* et *h* d'un électro-aimant différentiel, et à une batterie *i*. Le circuit est complété par la connection de la batterie avec l'électrode *j* qui plonge dans le récipient *f*.

Quand l'installation fonctionne, les oscillations produites par le courant d'arrivée dans la bobine *C* se transmettent aux tiges *a* et *b*.

Quand elles basculent dans un sens, le circuit comprend une des tiges, la batterie *i* et une des bobines de l'électro-aimant différentiel, et dans l'autre sens le circuit comprend la seconde tige et l'autre bobine différentielle.

Le relais est doué d'une grande sensibilité, car il réduit l'énergie mise en jeu grâce à un contact minimum. Dans les premières expériences, on avait employé comme liquide le mercure, mais on s'est aperçu que la surface du mercure s'oxydait très rapidement au point de contact avec le fil, c'est pourquoi on préfère employer un électrolyte.

Ce relais est très délicat et nécessite de grands ménagements.

L'exploitation à Londres du câble impérial Londres-Halifax se fait ainsi : à la transmission, les télégrammes sont traduits en signaux Wheatstone sur des bandes, à l'aide de perforateurs, ressemblant à des machines à écrire. Ces bandes sont ensuite passées dans un appareil transmetteur Judd et Fraser, qui transforme les signaux Wheatstone en signaux de câbles. Un siphon

recorder contrôle la transmission. De même à la réception, les signaux du câble sont reçus d'abord par siphon recorder, pour avoir le contrôle de la réception, ensuite en signaux Wheatstone. Ces bandes Wheatstone sont alors passées dans un appareil imprimeur Creed, qui donne deux bandes d'impression, l'une reste au bureau, l'autre est collée sur un feuillet et distribuée au public.

L'appareil Judd et Fraser est très intéressant. Les signaux de câble sont fréquemment distordus à l'arrivée. Cette distorsion se présente sous de nombreux aspects, extinction ou allongement de signaux de même signe, ondulations exagérées ou raccourcies, contraction de signaux simples, combinaison de signaux élémentaires de signe opposé, etc.; pour qu'on puisse les transformer en signaux Wheatstone, il faut qu'ils ne soient pas déformés, ou bien, s'ils le sont, il faut pouvoir les décomposer entre leurs signaux élémentaires.

C'est ce que permet l'appareil Judd et Fraser, par un dispositif très ingénieux. La description de cet appareil est assez compliquée, l'organe principal est un arbre qui porte trois manchons fixés par des douilles appropriées. Cet arbre est animé d'un mouvement de rotation continu, à l'aide d'un moteur électrique. Les manchons, quand ils ont été mis en mouvement par les signaux reçus, ferment le circuit d'électro-aimants locaux, qui agissent sur des leviers perforateurs, et ainsi les bandes sont perforées. L'un des manchons donne la progression de la bande, les deux autres les signaux « point » et « trait ». Cet appareil peut aussi servir de retransmetteur.

Le poste de Londres est pourvu d'un transmetteur Murray pour câble.

A l'heure actuelle la vitesse de transmission est de 160 lettres par minute, celle de réception 140.

En comptant 5 lettres pour un mot, on arrive au rendement d'environ 30 mots à la minute dans chaque sens.

Le Post Office fait en ce moment des essais avec des amplificateurs à lampe Marconi à 3 électrodes du type K. Le montage est analogue à celui qu'on emploie en T. S. F. Ils ont donné des

résultats intéressants. D'après l'avis des ingénieurs anglais, on pourrait arriver, *avec une bonne balance de câble*, et en employant des *amplificateurs à lampes* à une réception de *60 mots à la minute*. Ce qui serait un rendement merveilleux sur un câble de cette longueur.

On ne peut pas pousser trop loin la vitesse de transmission sur les câbles, car il faut tenir compte du « K. R. » du câble, constante de temps du câble qui règle la transmission. Si l'on exagère la vitesse, les signaux à l'arrivée seront déformés, et la voie de recherche est toute tracée : si l'on veut augmenter la vitesse de transmission, il faut d'abord vaincre la déformation des signaux.

Le problème de la transmission télégraphique offre plus de difficultés que le problème correspondant en téléphonie où il est suffisant que le courant ait l'intensité voulue pour affecter la membrane du téléphone récepteur (une bonne qualité de courant est aussi nécessaire). Dans la télégraphie par câbles sous-marins, il est nécessaire de faire entrer à la fois en ligne de compte, l'intensité du courant et la forme de sa courbe. Ce qui fait dire « que la forme de la courbe de courant est d'une aussi grande importance que son amplitude ».

Toutes les méthodes essayées jusqu'à présent pour améliorer la forme des signaux consistent dans une diminution dans la force des signaux, mais il est clair que ce produit ne saurait être poussé trop loin. Il reste la possibilité de l'introduction d'un amplificateur.

Je décrirai à ce propos le relais Orling-Jet caractérisé par une extrême sensibilité et une grande période, produite par une suspension très tendue. Il en résulte que l'amplitude de la vibration est très petite, de telle sorte que la bobine ne se trouve jamais hors de la région dans laquelle le champ magnétique est constant ; par suite, la déformation, que donnent les plus grands angles dans lesquels elle se meut est éliminée. Une légère déformation est introduite par le siphon recorder, mais on peut la considérer comme insignifiante.

Au cours de ses expériences, M. Orling observa qu'un jet

d'eau très fin est promptement dévié, quand la pointe d'une aiguille touche sa surface et que les mouvements angulaires de ce jet sont amplifiés dans une grande mesure par rapport à ceux de l'aiguille. Il se présente même un effet curieux : soit le filet d'eau AB (fig. 14), quand la pointe C de l'aiguille CD, vient juste à le toucher, il est dévié en AB', mais si l'on enfonce plus profondément l'aiguille CD, la déviation change de sens et le filet vient en AB''. Il est évident que de telles caractéristiques pouvaient être utilisées dans le but d'établir un relais sensible pour amplifier les courants télégraphiques et dont voici la description :

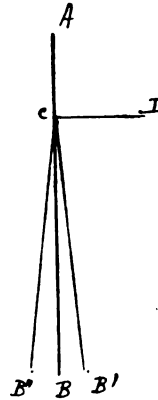


Fig. 14.

Une bobine ordinaire d'un recorder pour câble de résistance 500 est tendue très fortement dans un champ magnétique d'intensité modérée.

La bobine porte un bras rigide (fig. 15) en aluminium de 30 mm. de longueur, dont un tranchant enduit de cire vient toucher le jet d'eau légèrement acidulée ou salée. Ce jet est tout

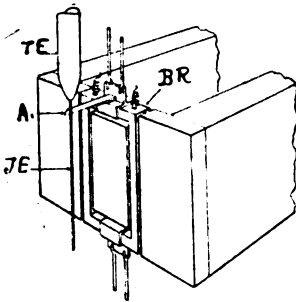


Fig. 15.

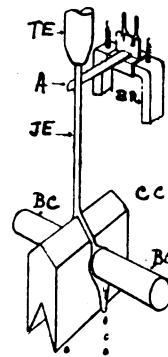


Fig. 16.

à fait constant et ses mouvements angulaires sont entièrement commandés par la bobine réceptrice.

Au-dessous à une distance de 20 mm. du bras, il y a un coin

en celluloid CC (fig. 16) sur l'arête duquel le jet d'eau tombe et se divise en deux parties. Le coin est serré entre deux blocs de carbone B C, qui servent d'électrodes.

Au cours du fonctionnement du relais, le jet ne quitte jamais l'arête de coin sur lequel il est à califourchon, les impulsions communiquées au jet d'eau font qu'il coule plus d'eau d'un côté que de l'autre sur les parties inclinées du coin.

La figure 17 montre l'arrangement d'un circuit. On observera que les pentes du coin (R_3 , R_4) au bas desquelles coulent les par-

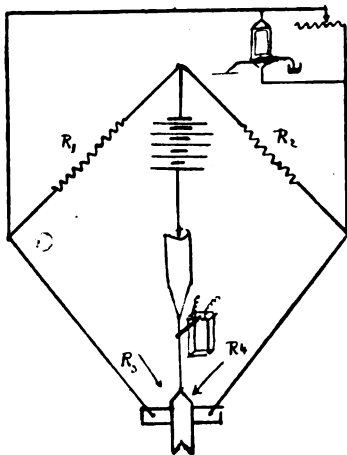


Fig. 17.

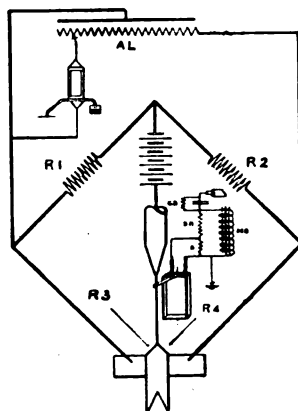


Fig. 18.

ties divisées du jet, constituent une paire de bras d'un pont de Wheatstone, l'autre paire étant formée par deux résistances fixes (R_1 et R_2), en même temps sur la diagonale, il y a un siphon recorder et une batterie locale, comme dans l'arrangement usuel d'un pont. On remarque aussi que l'action de cette balance électrique est doublement différentielle, à cause du fait que la section du filet d'eau diminuant d'un côté, la résistance augmente, tandis que de l'autre côté, la section du filet d'eau s'accroît, ce qui diminue la résistance. La fig. 18 donne la disposition d'un arrangement d'un circuit local qui introduit une action sélective, ou un plus grand pouvoir distinctif.

Un tronçon de ligne artificielle est placé en série avec un cir-

cuit local de recorder, avec les surfaces inductives connectées à la manière d'un shunt. Cet arrangement rend sélecteur le circuit local dans le fait qu'il trie et enregistre les signaux télégraphiques en même temps qu'il élimine les courants parasites de nature rapidement variable, qui sans cela, interféreraient avec

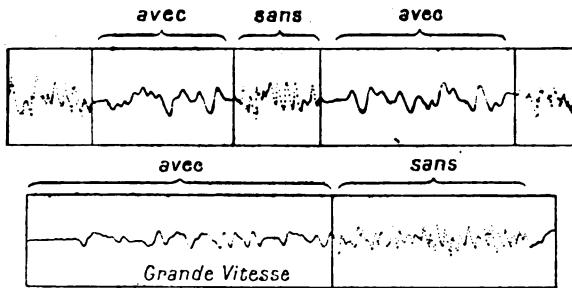


Fig. 19.

les signaux et rendraient ceux-ci illisibles. L'effet de cet artifice est montré dans la figure 19. Au cours d'un essai, des troubles électriques artificiels étaient provoqués dans la bobine réceptrice qui recevaient les signaux du câble et le jet d'eau se brisa.

Les portions de la bande marquées « avec » ou « sans » correspondent aux périodes pendant lesquelles l'appareil était ou non en circuit. Elles furent obtenues par le dispositif de la figure 20.

La facilité avec laquelle le relais J et, en relation avec l'artifice sélecteur, peut être adopté pour éliminer les troubles provenant d'une source électrique quelconque, sur les plus longs câbles est un facteur d'une très haute importance. Il serait prématuré de dire que son usage sur les lignes duplex soit d'un grand secours pour éliminer les courants de haute fréquence qui, à cause des variations de température, sont des obstacles à l'établissement d'une bonne balance.

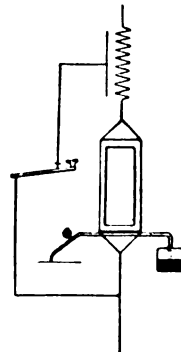


Fig. 20.

Le relais Jet est capable de fonctionner avec exactitude à de

très grandes vitesses. Avec un courant de $0,02$ microampères, l'appareil a travaillé en signaux Morse, imprimés par un Weatstone dans le circuit local, à raison de 450 lettres par minute; l'intensité du courant dans la bobine réceptrice, étant de l'ordre de 4×10^{-13} .

La figure 21 représente une forme modifiée du relais; le jet d'eau ne fait pas partie du circuit électrique; cette modification

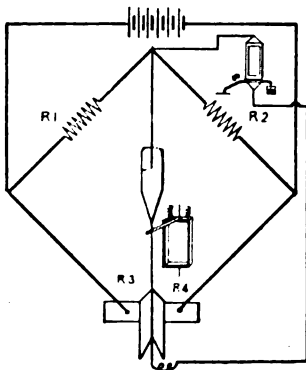


Fig. 21.

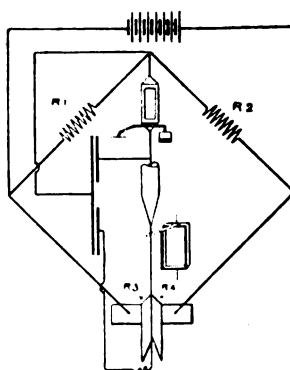


Fig. 22.

consiste en ce que le jet tombe sur une arête de platine, prolongée vers le bas, comme faisant partie du circuit local, système qui divise le coin en deux régions égales.

La figure 22 montre comment pour faire le K. R. d'un petit tronçon de « ligne artificielle » à laquelle on fait allusion dans la fig. 18, la résistance du jet peut être utilisée à la place de la résistance qu'on ajoute dans cette figure, en relation avec des condensateurs en dérivation.

Le relais Jet dont la figure 23 donne une vue d'ensemble est robuste, il n'a pas d'organe délicat, et son fonctionnement n'est pas affecté par les courants d'air ou par le changement de température. Son installation n'exige pas de bâti spécial comme certains appareils sujets à être troublés par les vibrations extérieures; sur un câble Atlantique peu de temps avant la déclaration de guerre, le relais Jet réalisa un gain de 25% sur la vitesse maxima obtenue jusque là; sur un autre câble d'un très grand K. R., une vitesse de 1.500 a été obtenue ($1.500 = \text{K. R.} \times \text{nombre de lettres par minute}$).

Ce relais n'est employé jusqu'ici que par la Compagnie Commerciale des câbles, il peut prétendre à se répandre dans la pra-

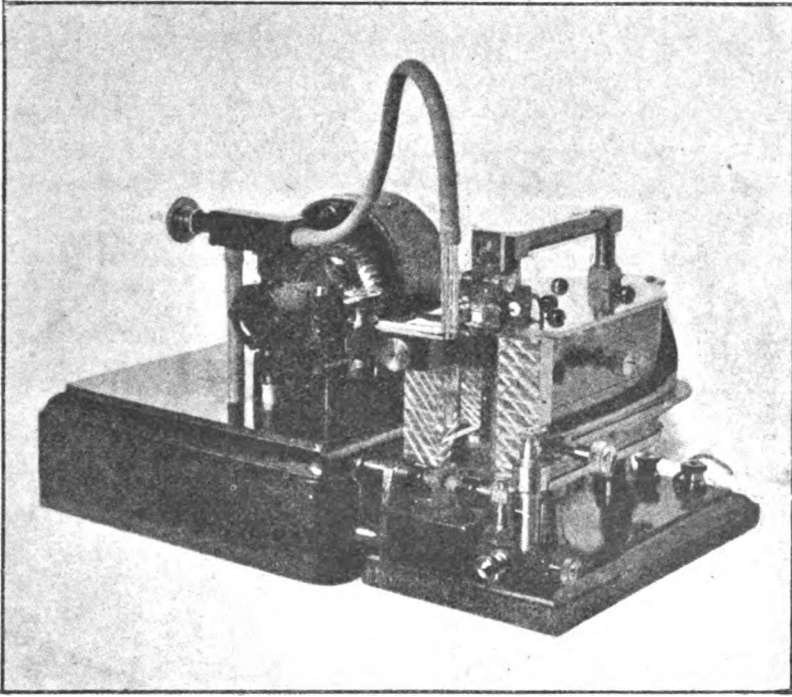


Fig. 23.

tique. Il donne un excellent rendement et il est d'une robustesse qu'on ne rencontre pas dans le « Dipper Relais ».

..

Pour terminer, j'ai le devoir bien agréable de rendre hommage à la bienveillance de M. le Colonel Booth, de M. Lack, Ingénieur, de M. Lakey, assistant-ingénieur, qui m'ont fait un accueil très cordial et ont bien voulu me guider dans mes visites au Post Office. Je les remercie des renseignements qu'ils m'ont communiqués, et les prie de trouver ici l'expression de ma profonde gratitude.

RELAIS TÉLÉPHONIQUES. ⁽¹⁾

Par BANCROFT GHERARDI et FRANK B. JEWETT.

SOMMAIRE DE L'ARTICLE.

Dans cet article, les auteurs se sont efforcés de présenter, brièvement mais clairement, l'histoire des travaux théoriques et de leurs applications qui ont conduit finalement à la réalisation d'excellents relais téléphoniques. Les diverses formes d'amplificateurs qui ont été proposées sont décrites et on a indiqué leur valeur utile et ses limites. Les propriétés essentielles des lignes artificielles servant à l'équilibrage des relais en même temps que les conditions de lignes nécessaires à un bon fonctionnement des relais sont décrites et illustrées. Le fonctionnement des relais en tandem est discuté, ainsi que l'emploi des relais dans les circuits à quatre fils. Des figures jointes montrent quelques-unes des plus importantes installations de relais actuellement en service régulier aux États-Unis.

INTRODUCTION.

Pendant les dix dernières années, la détermination et la construction des amplificateurs téléphoniques, ou *relais téléphoniques*, comme on les appelle d'une manière plus générale, l'art de les utiliser pour toutes les sortes de circuits téléphoniques, se sont développés au point de justifier une note destinée à comprendre non seulement les efforts antérieurs, mais aussi l'état actuel de cette question.

Comme on l'indique plus loin, l'idée d'intercaler un ou plusieurs relais dans une ligne afin de renforcer, au moyen d'une source locale d'énergie, le courant affaibli qui provient de la station d'émission, est plus vieille que le téléphone lui-même. En téléphonie, des tentatives innombrables, faites par un grand

(1) *Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, novembre 1919.

nombre d'inventeurs, se sont poursuivies sans arrêt depuis l'origine du téléphone, en vue d'étendre le domaine de la parole téléphonique par l'utilisation d'énergie cédée à la ligne téléphonique en un ou plusieurs points entre les stations d'émission et de réception. Bien que le résultat de tout ce labeur soit, naturellement, l'art du téléphone tel qu'il est actuellement, un coup d'œil sur les directions antérieurement suivies, à la lumière de la connaissance présente, met en évidence d'une manière frappante ce fait que, à l'insu des chercheurs, les premières tentatives étaient vouées à l'échec, pour autant que le succès se mesurait à l'élaboration d'un appareil pratique qui donnerait des résultats satisfaisants sur un circuit téléphonique ordinaire.

Nous savons à présent que le relais téléphonique a dû attendre avant d'être définitivement au point et applicable avec succès, non seulement la lente accumulation de faits et de lois relatifs à tous les facteurs qui régissent la bonne transmission de la parole par l'électricité le long des fils conducteurs et à l'adaptation parfaite qui doit être réalisée entre les appareils et les lignes pour produire les résultats désirés en tenant compte de la complication des fréquences que comporte la parole, mais aussi des progrès de la physique qui étaient par eux-mêmes tout à fait étrangers au domaine spécial de la téléphonie. Pour ces raisons, le travail des premiers chercheurs, pour ingénieux qu'il fût, a été, pendant des années, condamné d'avance à l'échec par des facteurs sur lesquels ils n'avaient pas d'action et desquels, en bien des cas, ils n'avaient même aucune connaissance. A la lumière de ce que nous savons aujourd'hui, la réussite de beaucoup de ces premiers travaux apparaît presque impossible et ils sont la preuve de l'ingéniosité et des ressources d'esprit de ceux qui les dirigèrent.

Un autre fait que la mise au point finale et l'usage répandu du relais téléphonique montrent avec une clarté frappante, c'est qu'une solution complète du problème n'est devenue possible que par l'existence d'un grand organisme directeur coordonnant l'industrie et le laboratoire comme celui qui vécut dans le Bell System. Les éléments en jeu et le nombre de détails à mettre en

œuvre et à relier entre eux dépassaient de beaucoup les moyens de n'importe quel individu isolé, de n'importe quelle organisation restreinte. Ce que les mathématiques, la physique, la chimie, l'art de l'ingénieur, l'industrie et le laboratoire purent fournir de meilleur, fut nécessaire à la solution. De plus, si l'on voulait que la solution fût obtenue dans un délai raisonnable, il était essentiel de diriger les efforts des experts en toutes ces branches pour l'attaque d'ensemble du problème principal. Grâce au développement dans le département technique du Bell System de groupes de recherches fondamentales composés de savants hautement entraînés, on attaqua le problème décevant du relais téléphonique avec des moyens efficaces et on s'approcha sûrement et rapidement du succès. Les résultats épars de recherches indépendantes et désordonnées furent rassemblés et l'assaut fut donné à partir d'une base de connaissances certaines qui avait manqué jusqu'alors.

Le succès merveilleux qui a accompagné cette œuvre et qui est le point de départ de ce qui se présente bien comme une révolution de toute la transmission téléphonique, doit inspirer de la gratitude envers les ingénieurs électriciens américains auxquels, plus qu'à n'importe quels autres, ont été dus dans le passé tous les merveilleux progrès de la téléphonie.

En discutant les travaux antérieurs sur les relais téléphoniques, les auteurs n'ont même pas tenté d'énumérer les très nombreux chercheurs, encore moins à se faire une place parmi eux. Les noms cités sont ceux des hommes qui se détachaient le mieux en évidence et le fait que le plus grand nombre appartenait au Bell System n'est point extraordinaire, puisque c'était la plus grande organisation isolée solidement attelée à tous les problèmes touchant au développement de la téléphonie. Dans une branche complexe, travaillée vigoureusement pendant près de cinquante ans, il est inévitable qu'un grand nombre de brevets aient été pris sur toutes les sortes imaginables d'appareils et de systèmes. Beaucoup sont sans valeur intrinsèque, alors que d'autres renferment des éléments ayant une valeur, mais ne mettent pas en évidence par eux-mêmes des procédés complets et efficaces.

Puisque, cependant, aucune invention individuelle n'a résolu intégralement le problème du relais téléphonique, il est intéressant de noter que la totalité des inventions qui rendirent possible le relais téléphonique réalisé aujourd'hui sont l'œuvre d'Américains.

Un article traitant du développement et des applications des relais téléphoniques ne serait pas complet, s'il n'y était fait mention du fait que pendant les toutes dernières années, au cours desquelles les progrès furent rapides et sûrs, le principal honneur des vastes résultats techniques et commerciaux obtenus revient au colonel J. J. Carty, ancien président de cet Institut et, pendant de nombreuses années, Ingénieur en chef, aujourd'hui vice-président de l'*American Telegraph and Telephone Company*. Au colonel Carty, plus qu'à aucun autre, revient l'honneur d'avoir mené à bien cette coordination de tous les éléments qu'on vient de citer, ce qui était vital pour le succès final de l'entreprise:

HISTORIQUE.

La création de la téléphonie par Alexandre Graham Bell suivit, à cinquante ans de distance, l'institution de la télégraphie, sa sœur, basée sur les découvertes de Faraday, Ampère, Volta et Henry. Il était donc inévitable que les efforts, pour élargir le domaine de la communication téléphonique, fussent influencés par ceux faits autrefois dans le domaine de la communication télégraphique. Lorsque la télégraphie fut tentée entre des stations de plus en plus éloignées, on s'aperçut que les courants s'affaiblissant devenaient insuffisants pour le fonctionnement du mécanisme enregistreur. Pour remédier à cette limitation, Morse introduisit à la station réceptrice une source locale d'énergie qui fournissait du courant au mécanisme enregistreur, mais qui était commandée par les signaux reçus par l'intermédiaire d'un relais électro-magnétique.

Cette invention contenait le principe d'une extension indéfinie de la portée des communications, puisque la source locale pouvait fournir du courant à une autre portion de ligne. C'est un

curieux point d'histoire que cette application ne fut pas utilisée pendant plusieurs années, durant lesquelles la transmission sur de grandes distances était réalisée dans les stations intermédiaires par répétition à la main et non pas automatique.

Le retard de cette amélioration si naturelle était dû à ce fait que le relais de Morse, bien qu'étant un répéteur, était un appareil unilatéral puisqu'il n'était actionné que par les courants venant de l'une des deux stations qui l'encadraient. Il fallait employer deux éléments répéteurs semblables et un certain montage pour transformer une station répéitrice unilatérale en translation bilatérale. Un des premiers de ces dispositifs de translation fut celui de Varley. Durant les quelques dernières années, les inventeurs portèrent une attention considérable aux translations réversibles ou duplex. Toutefois, la distinction qui nous paraît si évidente entre l'élément répéteur (ou amplificateur) et le montage, grâce auquel de tels éléments peuvent fonctionner en duplex, était rarement, sinon jamais, mise en relief.

Pour augmenter la portée téléphonique par l'usage de relais, la réversibilité était plus essentielle encore qu'en télégraphie. Le problème se compliquait non seulement à cause de la classique confusion entre élément et montage, mais aussi à cause de la très grande importance du troisième facteur d'un tel fonctionnement, à savoir les lignes placées de part et d'autre de la station répéitrice.

La nécessité de distinguer entre ces trois facteurs : élément amplificateur, montage de cet amplificateur et lignes, fut reconnue de bonne heure par les ingénieurs du Bell System. Les relations quantitatives exactes qui existent entre eux ont été correctement exprimées depuis une dizaine d'années. Dans la discussion de cette question, nous suivrons donc l'ordre logique qui découle de cette distinction et nous traiterons ces trois facteurs séparément dans l'ordre d'énumération. Avant d'entreprendre un exposé plus détaillé, il est bon de définir d'une façon saisissante ces trois facteurs au moyen d'un cas concret illustré par les figures 1 à 3 inclusivement.

Un principe qui est rendu familier par son application en cou-

rant continu dans le pont de Wheatstone, s'est montré très fertile dans la constitution des montages duplex. Ainsi dans la figure 1, nous avons une des premières méthodes de télégraphe duplex qui est évidemment réductible au simple schéma du

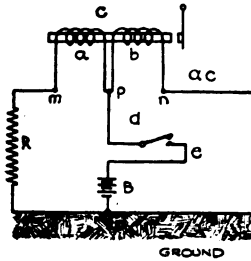


Fig. 1. — *ac*, fil télégraphique. — *c*, sounder. — *e*, manipulateur.

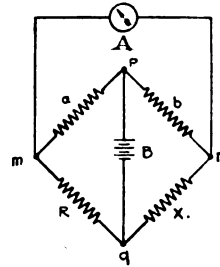


Fig. — 2. *A*, galvanomètre.

pont de la figure 2. Si *a* et *b* sont égaux, et pourvu que *X* et *R* le soient aussi, la batterie *B* ne produira aucune différence de potentiel entre *m* et *n* et par suite aucun courant dans le galvanomètre dans le cas de la figure 2, aucun magnétisme résultant dans le parleur de la figure 1.

Le même principe peut être appliqué pour le fonctionnement en duplex sur une ligne téléphonique, comme on le voit sur la figure 3, où le parleur et la clef de la figure 1 sont remplacés respectivement par un récepteur et un transmetteur. Si la résistance *R* n'est pas égale à *X*, impédance de la ligne téléphonique, le poste duplex n'est pas complètement « anti-local » puisque le fonctionnement du transmetteur produit du courant dans le récepteur. L'intensité du courant à travers le récepteur, donc le mouvement de son diaphragme, dépend à la fois du courant venant du transmetteur et du degré de déséquilibre du pont causé par l'inégalité de *R* et *X*.

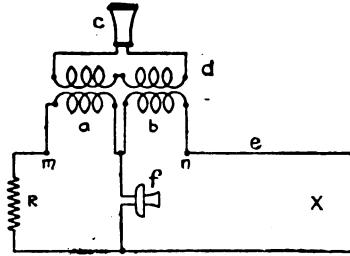


Fig. 3.
c, récepteur; — *d*, transformateur; — *e*, ligne téléphonique; — *f*, transmetteur.

Si nous disposons transmetteur et récepteur comme dans la figure 4, de façon à permettre à tout son produit par ce dernier d'actionner le transmetteur, nous pouvons alors obtenir ce qu'on appelle un amorçage d'oscillations entretenues. Le simple grincement du bouton de charbon dû à la mise en contact des appareils a pour résultat le passage d'un courant issu du transmetteur, par suite, si R et X sont inégaux, un courant aussi dans le récepteur. Le mouvement qui en résulte pour le diaphragme du récepteur cause au charbon du transmetteur une nouvelle

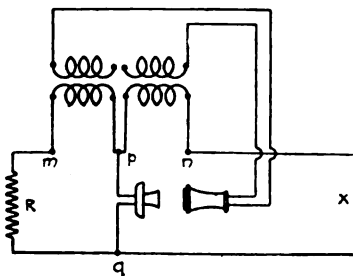


Fig. 4.

perturbation qui, à son tour, produit une nouvelle impulsion de courant à travers le récepteur lui-même. Si le récepteur et le transmetteur forment une combinaison suffisamment sensible, cette succession d'événements peut se perpétuer et le résultat est un son puissant, dont la fréquence est déterminée par les caractéristiques élec-

triques et mécaniques du système. L'énergie de ces puissantes vibrations est tirée, naturellement, de la batterie associée au transmetteur. (Dans un but de simplification la batterie n'a pas été représentée dans les figures 3 et 4. Ce peut être soit une batterie associée localement au transmetteur, soit une batterie placée à distance, au bureau central.)

Cette possibilité d'amorçage d'oscillation fait apparaître clairement l'importance de l'équilibrage de la ligne car la combinaison du récepteur et du transmetteur constitue un élément d'amplificateur téléphonique. Il convient mieux de symboliser l'élément comme dans la figure 5, où la résistance R de la figure 4 a été remplacée par une ligne téléphonique. Dans cette dernière forme du pont, nous pouvons reconnaître les trois facteurs mentionnés ci-dessus.

L'élément de relais a des bornes d'entrée 1, 2, et des bornes de sortie 3, 4. Il est relié aux lignes de part et d'autre par le

montage en pont $m n q q$, de façon à répéter les conversations téléphoniques dans chaque direction. Ainsi les courants de conversation venant de la ligne est, agissent aux bornes 1, 2 de l'élément par l'intermédiaire du transformateur. Le courant qui en résulte aux bornes 3, 4 est alors transmis également vers l'est où il est reçu comme bruit local par celui qui parle et, vers

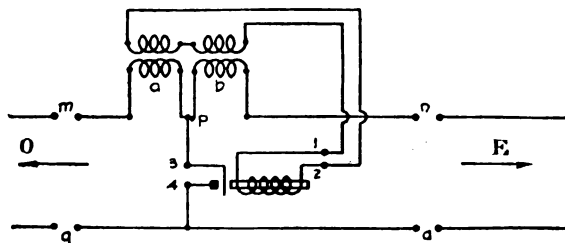


Fig. 5. — E, ligne est. — O, ligne ouest.

l'ouest où il est reçu utilement par l'auditeur éloigné. Ce mécanisme sera envisagé plus loin avec plus de détails. Nous pouvons noter cependant que si le déséquilibre entre les lignes est et ouest dépasse une certaine valeur qui dépend de la sensibilité de l'élément, le phénomène de l'amorçage se produit. Dans ces conditions, on dit que le relais « chante », car il transmet dans les deux directions un son puissant et régulier qui rend la communication téléphonique impossible.

La difficulté qu'introduit la possibilité d'amorçage n'était pas sérieuse à l'origine des relais téléphoniques, mais elle le devint avec l'invention d'éléments amplificateurs plus sensibles. En fait, dans les tout premiers jours, la difficulté était d'obtenir un amplificateur d'une sensibilité suffisante. La nature des conditions à réaliser est bien montrée par le fait que le courant au départ d'une longue ligne n'est que de 2 ou 3 milli-ampères. Dans la transmission le long de la ligne, le courant est constamment affaibli, de sorte qu'à l'arrivée, il peut n'être que 3 ou 4 centièmes de sa valeur au départ. Des courants aussi faibles exigent des appareils conçus d'une façon beaucoup plus précise que ne l'avaient cru les premiers inventeurs, quoique, dès 1888, l'un

des ingénieurs de Bell eût construit un relais qui pouvait déjà amplifier ces faibles courants.

L'ÉLÉMENT AMPLIFICATEUR.

Avant de nous occuper de ces premières conceptions, il est bon d'énumérer les conditions de fonctionnement d'un bon amplificateur. Pour cela peu nous importent les principes de physique que l'appareil met en œuvre. Pour tout ce que nous voulons faire maintenant, nous ne nous intéressons qu'aux paires de bornes 1, 2, et 3, 4 d'un circuit caché et inconnu comme le représente la figure 6.

Si nous soumettons cet élément d'amplificateur à des mesures électriques en courant alternatif, nous pouvons obtenir pour chaque fréquence employée plusieurs caractéristiques. Ainsi, du rapport du voltage établi entre les bornes 1, 2 à l'intensité du

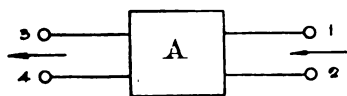


Fig. 6.

A, boîte contenant l'amplificateur.

courant qui en résulte, nous tirons l'impédance apparente du circuit 1, 2; de même pour le circuit ayant pour bornes : 3, 4. Nous obtenons aussi une impédance mutuelle en faisant le rap-

port du voltage existant dans le circuit 3, 4 au courant dans le circuit 1, 2. De même, on peut mesurer l'impédance mutuelle dans la direction opposée. Dans le cas où une seulement des impédances mutuelles est nulle, c'est-à-dire qu'aucun voltage n'est produit d'un côté lorsqu'un courant passe dans l'autre, nous dirons de l'appareil qu'il a une « impédance mutuelle unilatérale ». Tous les relais que nous avons trouvé le mieux adaptés à la téléphonie sont de ce type unilatéral. Les conditions à remplir sont identiques, que l'appareil soit bilatéral ou unilatéral, mais on peut les exprimer plus correctement en employant les termes empruntés au type unilatéral dont le récepteur transmetteur (ou type mécanique) des figures 4 et 5 n'est qu'une simple illustration.

Ces conditions sont :

1. L'impédance mutuelle unilatérale doit être indépendante de l'amplitude du courant envoyé (dans l'intervalle qui correspond à la transmission téléphonique). En d'autres termes, il doit y avoir une relation linéaire entre le voltage à la sortie et le courant à l'entrée de l'amplificateur, auquel cas le courant débité est directement proportionnel au courant reçu. Si cette condition n'est pas réalisée, il apparaîtra à la sortie un ou plusieurs harmoniques du voltage alternatif appliqué.

1 a. Les impédances d'entrée et de sortie de l'amplificateur doivent de même être indépendantes de la fréquence du voltage appliqué sans quoi il y aura déformation.

2. L'impédance mutuelle unilatérale doit être indépendante de la fréquence du voltage appliqué (dans l'intervalle correspondant à la transmission de la voix humaine). Si cette condition n'est pas réalisée, les différents harmoniques d'un courant aussi complexe que celui qui est créé par une voix ne seront pas fidèlement reproduits avec leurs exactes proportions.

2 a. L'impédance d'entrée de l'amplificateur doit être indépendante de la fréquence du voltage appliqué, sans quoi elle devrait être la même fonction de la fréquence que l'impédance de la ligne téléphonique à laquelle il doit être relié. Si cette condition n'est pas remplie, il peut s'introduire une déformation qui altère la qualité de la conversation. Dans ce cas, le voltage appliqué à l'amplificateur n'est pas celui que la ligne téléphonique communiquerait à une autre ligne semblable, il est plus grand ou plus petit d'un facteur qui dépend de la fréquence. Il ne suffit pas que l'amplificateur répète exactement ce qu'il reçoit, mais il faut encore que son circuit d'entrée reçoive sans déformation.

2 b. L'impédance de sortie de l'amplificateur doit être de même indépendante de la fréquence ou bien adaptée à l'impédance de la ligne téléphonique, de telle façon que la ligne puisse recevoir sans déformation le débit de l'amplificateur.

3. L'amplificateur doit produire une amplification, ou en d'autres termes, le rendement en énergie défini par le rapport

des énergies à la sortie et à l'entrée doit être plus grand que l'unité. Par exemple, dans le cas de l'amplificateur mécanique qui a été décrit ci-dessus, auquel l'énergie est fournie par la batterie associée au bouton de charbon, ce qui nous intéresse, c'est uniquement son efficacité de transmission entre les bornes 1, 2 et les bornes 3, 4. De combien cette efficacité doit dépasser 100 %, cela dépend évidemment des prix et autres facteurs industriels. On doit compter qu'un amplificateur produit une amplification convenable si des courants téléphoniques, affaiblis par un parcours d'environ 20 miles de câble standard, sont ramenés par cet amplificateur à leur valeur originelle; suivant le langage téléphonique « l'amplificateur doit donner un gain d'environ 20 miles de câble standard ». Puisque, après transmission dans un câble standard de 20 miles, courant et voltage se trouvent à la fois réduits environ au huitième de leur valeur originelle, l'énergie à l'entrée de l'amplificateur serait seulement un soixante-quatrième de l'énergie primitive au départ des 20 miles de câble standard. Une moitié seulement de l'énergie fournie par les batteries de l'amplificateur atteint la sortie du côté récepteur car le reste est perdu dans le montage en pont. Donc les batteries doivent fournir à la sortie de l'amplificateur 128 fois plus d'énergie que celui-ci n'en a reçu à son entrée. Mais un coup d'œil au montage de la figure 5 montre que le débit de l'amplificateur se partage également entre les deux lignes situées de part et d'autre du relais téléphonique. L'amplificateur doit donc pouvoir fournir 256 fois plus d'énergie qu'il n'en reçoit. En d'autres termes, il doit avoir un rendement téléphonique de 26.000 % environ.

4. Les sources d'énergie associées à l'élément et grâce auxquelles l'amplification est possible, doivent avoir des voltages qui soient utilisables commodément et avec sécurité dans l'installation téléphonique. Par exemple, un relais dont la source d'énergie aurait un voltage de plus de 250 volts ne conviendrait pas dans une installation qui emploie normalement des voltages n'excédant pas beaucoup 100 volts.

5. L'amplificateur doit être, ou bien insensible aux influences électriques extérieures, ou bien alors facile à protéger contre

elles, de sorte que des conversations gênantes venant des circuits téléphoniques ou d'appareils voisins ne puissent l'influencer.

5 a. Inversement, l'élément ne doit pas être susceptible d'influencer des circuits ou appareils adjacents.

6. L'amplificateur doit être d'un fonctionnement régulier et doit être robuste. Il ne doit exiger ni des visites fréquentes, ni des réglages et soins de laboratoire. En d'autres termes, l'amplificateur doit réaliser les mêmes conditions de sûreté de fonctionnement que les autres parties de l'installation téléphonique.

7. Les dimensions, prix coûtant, dépense d'énergie et d'entretien de l'amplificateur doivent cadrer avec les conditions d'économie d'une installation en fonctionnement.

La recherche de nouveaux amplificateurs, très fructueuse dans les dix dernières années, a été dirigée en vue de remplir ces conditions. Avant cela, ces nécessités avaient été reconnues, bien qu'elles n'aient pas été complètement formulées. Un nombre surprenant d'inventeurs indépendants sont venus à nous pendant cette période avec des appareils comprenant des bobines et des aimants, mais ne contenant aucune source d'énergie, ou du moins n'en utilisant aucune et, par suite, notoirement incapables de produire une amplification. Ces appareils étaient essentiellement des transformateurs statiques qui pouvaient donner un courant plus fort sous un voltage inférieur, mais non pas évidemment une plus grande puissance que celle recueillie à l'entrée sous un voltage supérieur. Dans quelques cas, de tels appareils devaient être employés en grand nombre le long d'une ligne téléphonique et à intervalles très réguliers. L'amélioration qu'on pouvait ainsi obtenir dans la transmission téléphonique se serait alors expliquée par leur rôle d'inductance dans la ligne, en d'autres termes, par la charge de la ligne. Ainsi ils offraient des équivalents imparfaits de la méthode de charge du Dr Pupin. C'est seulement dans ces dernières années que les progrès surprenants des théories sur la structure électronique de la matière, ont permis de mettre au point des amplificateurs vraiment pratiques : les relais téléphoniques à électrons.

Nous pouvons classer les amplificateurs en trois groupes, suivant que les parties en mouvement sont formées de :

a) ions moléculaires ;

b) électrons ;

c) agrégats de molécules, c'est-à-dire matière pondérable au sens ordinaire. Le premier groupe peut s'appeler « amplificateurs à gaz », le second « amplificateurs électroniques », le troisième « amplificateurs électrodynamiques ». Nous pouvons aussi les classer suivant la manière dont les parties mobiles sont actionnées, ainsi : a) électromagnétique, si le mode opératoire est basé sur un champ magnétique que le courant reçu modifie, et b) électrostatique si c'est un champ électrique que le courant reçu établit ou modifie.

Les appareils électrostatiques comprenant des pièces mobiles matérielles sont trop peu sensibles pour servir de relais téléphoniques. Dans le cas des amplificateurs à gaz ou électroniques, un tel procédé de commande électrostatique est, au contraire, tout à fait utilisable et, en particulier, pour les amplificateurs électroniques, merveilleusement efficace. Notre système de classification peut donc être simplifié par l'omission d'une catégorie d'appareils mécaniques. D'un autre côté, il se compliquera encore plus par l'introduction dans les relais à gaz d'un type d'amplificateur qui n'est apparenté à aucun de ceux des deux autres classes et qui comporte une sorte de conducteurs dont le passage du courant modifie les propriétés. Ce genre de conducteurs est quelque peu familier à tous les ingénieurs qui ont travaillé les arcs électriques et étudié leur instabilité. Pour ce qui va suivre, nous pourrions appeler ce type de relais « amplificateurs à résistance négative » et reporter la justification de cette terminologie à une discussion ultérieure.

La classification des amplificateurs, dans l'ordre où nous allons les étudier, est donc la suivante :

I. Amplificateurs électrodynamiques :

A. Type récepteur-transmetteur ;

B. Type générateur :

1. Générateur à courant continu ;
2. Générateur à courant alternatif ;
3. Générateur asynchrone.

II. Amplificateurs électroniques :

- A. Électrostatique ;
- B. Électromagnétique.

III. Amplificateurs à gaz :

- A. Électrostatique ;
- B. Électromagnétique ;
- C. A résistance négative.

I-A. La forme d'amplificateur qui s'impose le plus naturellement aux premiers ingénieurs est la combinaison d'un récepteur et d'un microphone, comme elle a été décrite à propos de la discussion que nous avons faite plus haut du problème posé aux ingénieurs téléphoniques par la nécessité de prolonger la portée des communications téléphoniques. Dans les premières années du téléphone, c'était le seul moyen qui parût avantageux et, avant 1903, beaucoup d'essais furent en vain tentés dans cette voie. Le système Bell consacra les efforts d'un grand nombre de ses meilleurs hommes à ce problème, qui intéressa aussi particulièrement des inventeurs étrangers à cette compagnie.

La solution fut trouvée par un des ingénieurs de la C^{ie} Bell, H. E. Shreeve, qui fut chargé de la question, en 1903, par suite de son expérience antérieure des projets de microphones et autres appareils téléphoniques. Les inventeurs précédents avaient combiné récepteurs et transmetteurs, sans songer que les diaphragmes étaient des parties n'ayant pour fonction normale que de recueillir et émettre des sons ; Shreeve les supprima.

Une autre difficulté des premiers projets avait été le coincement du charbon dans le microphone et l'une de ses premières études se rapportait à sa cause et à son élimination. Il trouva que cela était dû à la dilatation produite par la chaleur libérée dans la capsule de charbon.

Dans son premier modèle de laboratoire, une bande d'acier

Ann. des P., T. et T., 1920-1 (9^e année).

6

étiré servait de liaison entre le récepteur et le microphone, et le microphone était conçu de façon que la dilatation de ses parties, sous l'effet de la chaleur, ne soumit les grains de charbon placés entre les électrodes à aucune augmentation de pression.

C'est avec ce modèle que nous avons réalisé les premières épreuves haureuses de répétition sur une ligne téléphonique. Cet appareil fut essayé en 1904 sur un circuit entre Amesbury, Massachusetts et Boston, et rendit plus intelligible qu'il n'était possible avec le circuit sans relais, la transmission de longues listes de mots sans suite.

Le pas suivant fut d'obtenir une reproduction d'une qualité plus parfaite et on y parvint en faisant des pièces mobiles plus légères et par l'augmentation de la fréquence propre du système mobile. Le modèle suivant que montre la figure 7 fut employé commercialement sur un circuit entre New-York et Chicago, d'août 1904 à février 1905. Dans ce modèle, le coincement de l'élément transmetteur était évité par l'action thermostatique du disque vibrant et la période propre des parties mobiles était telle que les fréquences importantes de la voix devaient être

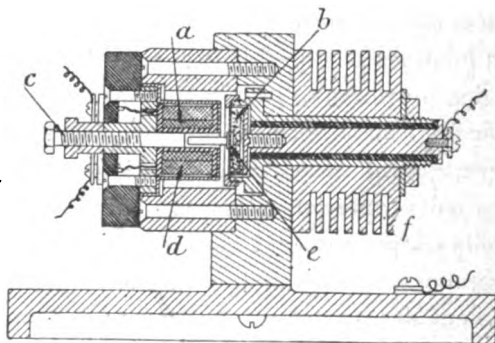


Fig. 7. — a, enroulement récepteur;
b, capsule microphonique; — c,
vis de réglage de l'aimant.

d, enroulement magnétisant; — e,
électrode vibrante et plongeur; —
f, plaques pour rayonnement de
la chaleur.

favorisées. L'élément était associé à la ligne par un montage en simple pont ou montage différentiel, qui avait été breveté par Edison, en 1883. La transmission entre New-York et Chicago se trouva beaucoup améliorée.

Dans cette installation on ajouta un nouvel organe destiné à empêcher l'amplification de l'induction télégraphique qui se produit quand une ligne pourvue d'amplificateur est appropriée au télégraphe (système composite ou Van Rysselberghe). Un transformateur de faible inductance mutuelle fut intercalé entre la ligne et l'amplificateur. Cette bobine était inefficace pour des courants de basse fréquence, mais relativement efficace pour ceux ayant la fréquence de la voix.

Malgré le succès de cette installation, le problème était loin

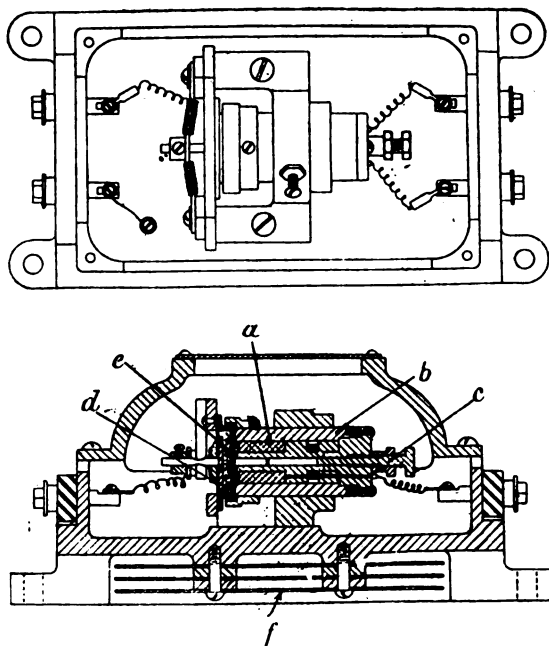


Fig. 8. — *a*, enroulement récepteur;
— *b*, aimant permanent; — *c*, vis
de réglage de l'aimant.

d, électrode vibrante et plongeur;
e, capsule microphonique; — *f*,
plaques pour rayonnement de la
chaleur.

d'être résolu. En fait, quand on essaya de reproduire le modèle, il fut extrêmement difficile d'obtenir des électrodes vibrantes ayant l'action thermostatique indispensable en plus des autres caractéristiques nécessaires. On essaya donc de régulariser la sensibilité du microphone par des moyens plus faciles à réaliser et le modèle suivant (fig. 8) fut pourvu d'une espèce de thermo-

stat sous la forme d'une bande de zinc. Cette bande de zinc était échauffée par un enroulement en série avec le microphone et, s'il arrivait que le courant à travers le microphone augmentât par le fait d'un commencement de coincement, elle servait à retirer l'électrode arrière.

Cet amplificateur connu sous le nom de n° 1-A était suffisant en service jusqu'au moment où les exigences devinrent plus rigoureuses, en particulier dans le fonctionnement en tandem avec les exigences d'une reproduction de meilleure qualité qu'il comporte. Une étude intensive fut donc entreprise, dont le résultat fut d'élever encore davantage la fréquence propre du système vibrant, de réduire le poids des parties mobiles et d'adopter une forme de régulateur encore plus sensible.

Sans entrer dans trop de détails au sujet des étapes intermédiaires parcourues entre le relais 1-A et ce qu'on appelle le modèle 3-A, qui est le type actuel des amplificateurs mécaniques, il suffira de décrire les caractères de ce dernier et de montrer les limitations inhérentes à ce genre d'amplificateurs.

Le relais 3-A (fig. 9) est du modèle dit « à cartouche », il est formé de deux parties principales : la cartouche et le support. La cartouche contient toutes les parties actives qui sont susceptibles de devenir défectueuses par l'usage et peuvent être aisément retirées du circuit dans un but de remplacement. Il est maintenu dans le support par un emmanchement à baïonnette et la connexion électrique est assurée par des ressorts placés dans le socle. Le dispositif régulateur qui sert à maintenir la sensibilité du microphone entre des limites extrêmement étroites se compose d'un électro-aimant à deux enroulements antagonistes. Le champ magnétique initial de l'élément récepteur de l'amplificateur est le champ résultant des deux champs produits par un de ces enroulements en séries avec le microphone et l'autre antagoniste, en parallèle avec le microphone. Si la résistance moyenne du microphone croît, l'enroulement en série prend moins de courant, l'enroulement en parallèle en prend plus, ou vice versa. Ces variations magnétiques modifient l'attraction sur le disque flexible formant électrode et ainsi régularisent la pression sur les grains de charbon.

Un défaut inhérent à ce modèle d'appareil est le fait que la sensibilité tombe brusquement dès que l'énergie reçue descend au-dessous d'un certain minimum. Jusqu'à présent, il n'a pas été présenté d'explication tout à fait satisfaisante de ce phénomène. Un défaut de cette gravité est évidemment sérieux dans une installation en fonction où l'état du circuit et la quantité d'éner-

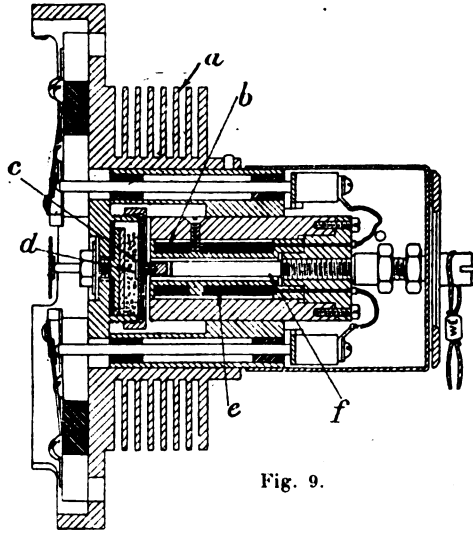


Fig. 9.

a, plaques de rayonnement de la chaleur; — b, enroulement récepteur; — c, électrode vibrante et plongeur; — d, capsule microphonique; — e, enroulements magnétisant et compensateur; — f, vis de réglage de l'aimant.

gie en un point donné quelconque subissent de larges fluctuations d'un moment à l'autre. Ainsi, à un moment donné, l'amplificateur recevra l'énergie électrique fournie par deux personnes parlant fort, employant des téléphones très proches des extrémités du circuit sur lequel est monté l'amplificateur, tandis que, l'instant d'après, il peut être appelé à fonctionner avec l'énergie qu'il reçoit de téléphones branchés aux bouts de longues lignes reliées à leur tour au circuit auquel il est associé. Si les personnes qui emploient le téléphone dans ce dernier cas ont des voix faibles, si elles ne parlent pas directement dans leur transmetteur, ou si l'appareil ou les lignes elles-mêmes sont mauvais, il est clair que l'énergie aux bornes de l'amplificateur peut être

beaucoup plus petite que dans le premier cas. Or c'est dans ces conditions surtout que l'amplification la plus grande possible serait désirable. Un amplificateur qui possède un tel défaut ne donne donc pas de très bons résultats dans une exploitation générale.

Le type Schreeve de relais mécanique peut néanmoins rendre des services certains et beaucoup d'appareils de ce type sont en service commercial. Toutefois, l'amplification n'est pas assez indépendante de l'amplitude ou de la fréquence du courant d'entrée pour qu'ils puissent être adaptés au fonctionnement en tandem avec de très bons résultats, bien qu'ils aient déjà été employés avec profit sur des lignes téléphoniques dont la longueur n'exige pas plus de trois stations de relais successives.

I-B. L'application des principes sur lesquels reposent les générateurs de courant continu et alternatif à la solution du problème du relais téléphonique a attiré l'attention de quelques-uns des meilleurs esprits dans les dix années après 1900. Pendant cette période, le problème fut attaqué à la fois théoriquement et expérimentalement par H. S. Warren, M. J. Pupin et d'autres. La pratique des ingénieurs électrotechniciens a suggéré deux types de méthodes :

- 1) Un générateur dont l'armature constituerait le circuit de sortie de l'amplificateur et l'inducteur le circuit d'entrée. Des variations du courant inducteur résulteraient des variations correspondantes du voltage de l'armature. Toutefois, afin qu'il ne se produise pas dans le voltage de l'armature de variations dues à la commutation d'où résulterait un bruit parasite dans le téléphone, il est nécessaire qu'une telle machine ait une haute fréquence de commutation. Si cette fréquence est bien supérieure à la plus haute fréquence essentielle à la reproduction fidèle de la voix humaine, les courants parasites dus à la commutation peuvent être complètement étouffés par inductance ou filtrés par une ligne artificielle convenablement chargée par exemple. Si l'on se rappelle que des fréquences de 2.500 périodes par seconde sont nécessaires à la bonne qualité de la parole, il est évident que pour un type pratique d'armature et de commutation, la vitesse périphérique approchera des limites mécaniques permises.

C'est pourquoi divers types de machines unipolaires, dans lesquelles il n'y a aucune commutation, furent envisagés. Leur prin-

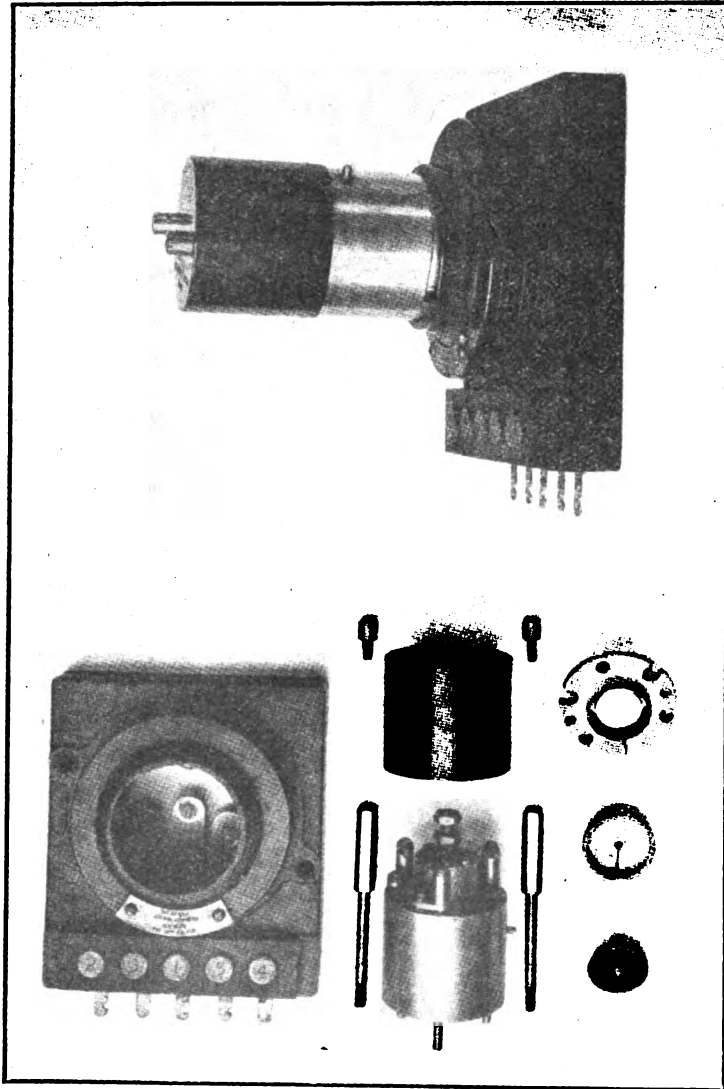


Fig. 9 bis. — Amplificateur de relais téléphonique du type mécanique, montrant le support, la cartouche, et les parties principales.

cipe s'aperçoit en considérant la figure 10, qui montre un type suggéré en 1905, par G. A. Campbell. L'enroulement inducteur M est solénoïdal et porte des disques fixes w' qui servent à la fois

de noyau magnétique et de collecteurs pour les forces électromotrices induites dans des disques semblables w liés à l'axe de rotation. Dans les machines de ce genre, où le courant inducteur a seulement la grandeur des courants téléphoniques, le flux est

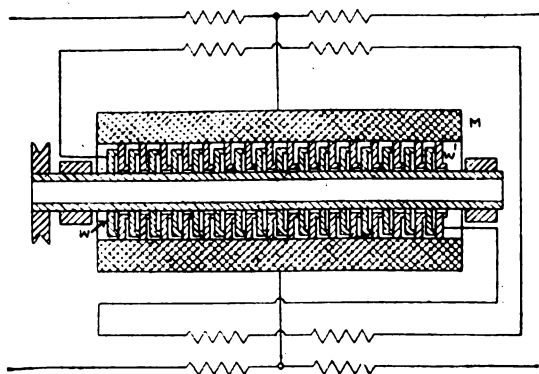


Fig. 10.

très faible et la force électromotrice, qui peut être obtenue avec une vitesse de rotation dans les limites mécaniques permises, est bien inférieure à celle qui est nécessaire à un bon relais téléphonique. De plus, les courants de Foucault et les pertes par hystérésis sont relativement élevés, à cause des fréquences à obtenir et par suite le rendement est faible. L'impédance d'entrée étant celle d'un électro-aimant n'est pas indépendante de la fréquence, comme on le voudrait, mais elle est telle qu'elle s'oppose particulièrement aux fréquences très élevées de l'ondulation vocale.

Même s'il était possible de construire et de faire marcher de tels générateurs à grande vitesse comme amplificateurs, ce type est si inférieur au point de vue commercial qu'il est douteux que l'usage s'en répande, d'autant plus qu'aujourd'hui des relais plus simples et pratiquement parfaits ont été obtenus.

2) Les difficultés pratiques venant des courants de Foucault et des pertes par hystérésis, des limites de vitesse et du faible courant d'entrée eurent également pour effet d'empêcher la réalisation d'un bon relais suivant les directives employées auparavant dans l'utilisation industrielle des courants alternatifs.

3) En 1900, Joseph Lyons nous fit connaître son invention, un relais téléphonique basé sur le principe développé et breveté dans l'industrie par Hutin et Leblanc. Le principe est peut-être mieux connu comme étant celui du générateur asynchrone qui est un moteur d'induction entraîné au-dessus du synchronisme par une source locale d'énergie mécanique. Les conditions dans lesquelles une telle installation peut servir à fournir de l'énergie à une ligne de transmission qui le traverse sont bien connues des ingénieurs-électriciens. L'idée de Lyons fut que le statot devait être branché entre les fils d'une ligne téléphonique et que par l'action mutuelle du courant reçu et du courant induit dans le rotor court-circuité, il devait fournir à la ligne un surplus d'énergie sous la même forme ondulée qu'il la recevait. Schématiquement le circuit est comme l'indique la figure 11.

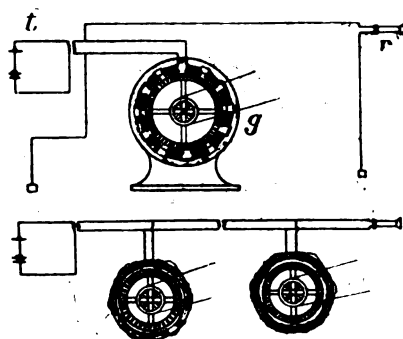


Fig. 11.
g, générateur; — r, récepteur.

Toutefois, afin de fournir de l'énergie à toutes fréquences téléphoniques, la vitesse du rotor doit être au moins aussi grande que le quotient de la fréquence donnée et du nombre de paires de pôles du statot. Ainsi, dans le cas d'un statot à 12 pôles, une fréquence de 2.400 périodes par seconde exigerait une vitesse de 400 tours par seconde. Non seulement les exigences de vitesse sont trop élevées pour un fonctionnement pratique, mais encore la machine ne pourrait remplir la deuxième condition d'un amplificateur. L'amplification pour chaque fréquence dépendrait du glissement négatif pour cette fréquence et ainsi les plus basses

fréquences du courant vocal seraient plus amplifiées que les hautes. A un moment donné, le Dr Pupin a suggéré qu'une telle déformation pouvait être évitée par l'emploi de plusieurs générateurs asynchrones identiques branchés à différents endroits de la ligne, chacun étant destiné à amplifier un certain intervalle de fréquences. Eût-il même trouvé le moyen de construire des machines qui amplifient effectivement les différents groupes de fréquences, on peut se demander si la combinaison se serait jamais montrée satisfaisante dans une installation téléphonique en fonction, puisque, en aucun point de la ligne, entre le premier et le dernier générateur, le courant n'aurait été l'image de la parole normale. Il en résulterait entre autres inconvénients, celui de ne pouvoir dire si la ligne est dérangée ou non.

Que les limitations mécaniques de vitesse d'épaisseur d'entrefer, d'épaisseur des tôles et autres facteurs courants dans les projets de construction de dynamos eussent dû empêcher la mise sur pied d'un tel générateur, cela est compréhensible quand les exigences téléphoniques sont traduites en termes d'électricité industrielle. Il fallait un générateur qui pût fonctionner sous environ un demi-milliampère de courant inducteur. Pour donner une énergie amplifiée 256 fois plus grande que l'énergie absorbée, les pertes magnétiques devaient être inférieures à $\frac{1}{100}$ du débit.

La valeur de un demi-milli-ampère est la valeur efficace d'une onde complexe dont toutes les composantes sinusoïdales doivent apparaître à la sortie avec la même amplification.

II. Ces amplificateurs sont ceux dans lesquels les parties mobiles sont des électrons indépendants dont les mouvements ne sont pas gênés par de la matière moléculaire. Il faut donc dans ces amplificateurs un vide suffisamment élevé pour n'avoir réellement affaire qu'à des électrons libres. Il faut aussi avoir un moyen de créer ces électrons libres, c'est-à-dire de les déloger de la matière moléculaire dont ils sont les constituants. La méthode satisfaisante pour y arriver est de les chasser par chauffage d'un morceau de métal ou d'oxyde métallique. Nos relais téléphoniques actuels sont donc du type thermionique.

On peut dire que l'histoire de la thermionie date de la publication des mémoires de O. W. Richardson où il présente une théorie de l'émission thermionique d'électrons qui, dans tout ce qu'elle a d'essentiel, fut acceptée par la grande majorité du monde scientifique et peut être considérée actuellement comme définitivement établie. Suivant cette théorie (qui est aussi une théorie des conducteurs métalliques), les métaux et les conducteurs de l'électricité contiennent, entre leurs surfaces limites, un nombre immense d'électrons libres qui se comportent comme les molécules d'un gaz parfait. Quand un métal est chauffé, l'énergie cinétique des électrons croît et le nombre de ceux qui échappent à travers les surfaces limites est augmenté.

J. J. Thompson a esquissé comme suit cette théorie dans son traité du Passage de l'électricité à travers les gaz :

« L'émission de corpuscules par des métaux incandescents et par le charbon s'explique immédiatement en imaginant, ce qu'on trouve confirmé par beaucoup d'autres phénomènes, que les corpuscules sont disséminés dans les métaux et le charbon, non seulement quand ceux-ci sont incandescents, mais à toutes températures ; les corpuscules étant très petits peuvent se mouvoir librement à travers le métal et on peut ainsi admettre qu'ils se comportent comme un gaz parfait contenu dans un volume égal à celui du métal. Les corpuscules sont attirés par le métal, de sorte qu'ils ne peuvent s'échapper dans l'espace qui entoure celui-ci, il leur faut une énergie cinétique suffisante pour qu'ils puissent être transportés à travers la couche superficielle où l'attraction sur le corpuscule est appréciable. Si l'énergie cinétique moyenne d'un corpuscule, comme celle de la molécule d'un gaz, est proportionnelle à la température absolue, dès lors, quand la température croît, un nombre de plus en plus grand de corpuscules pourra s'échapper du métal dans l'air extérieur. »

En 1904, Wehnelt découvrit que l'émission thermionique de conducteurs revêtus de certains oxydes était énormément plus grande que celle de métaux purs. Depuis cette date, l'étude de l'émission thermionique a progressé plus rapidement et les applications pratiques du phénomène encore plus vite.

Les phénomènes dus à l'émission thermionique avaient, naturellement, été observés bien des années avant que fut présentée une théorie satisfaisante. Le premier exemple fut la découverte par Edison, en 1884, d'un effet qui est connu sous son nom. Il trouva que si une plaque métallique est introduite dans l'ampoule d'une lampe à incandescence et si la plaque est reliée à la borne positive du filament, un courant passe entre la plaque et

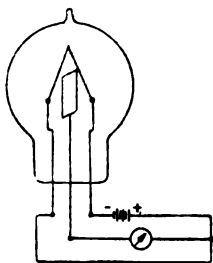


Fig. 12.

le filament, comme on peut l'observer au moyen d'un galvanomètre intercalé comme le montre la figure 12. Cette conductivité de l'espace compris entre la plaque et le filament est unilatérale, car si la plaque est reliée à l'autre borne de la batterie, aucun courant ne passe. L'explication du phénomène a été le fruit des travaux de Fleming, en 1892, et de J. J. Thomson, en 1899, suivant les voies déjà tracées par Elster et

Geitel. Fleming étudia le fonctionnement d'un tube à vide à deux parties : un filament chauffé et une plaque froide et Thomson démontra que le mécanisme du passage du courant entre le filament et la plaque résultait de l'émission d'électrons négatifs par le filament.

A travers un tel tube, un courant peut circuler puisque les électrons peuvent passer pourvu que la plaque soit positive par rapport au filament et, par suite, propre à attirer les électrons émis par celui-ci. L'idée d'employer un tube à deux électrodes comme redresseur et par conséquent comme détecteur des ondes de T. S. F. fut appliquée indépendamment en 1903, par Wehnelt et Fleming.

Pendant les quelques dernières années, les progrès pratiques des tubes thermioniques furent entre les mains des ingénieurs radio-télégraphistes. Dans son mémoire publié par le journal *American Institute of Electrical Engineers* en 1906, de Forest montre que la décharge entre la cathode chauffée et la plaque peut être commandée par des électrodes supplémentaires. Dans un brevet paru l'année suivante, il montre à l'intérieur de l'am-

poule une telle électrode de commande à laquelle il avait donné la forme d'une grille (tube audion). Avec cette découverte d'un moyen de commande du courant d'électrons était né le plus sen-

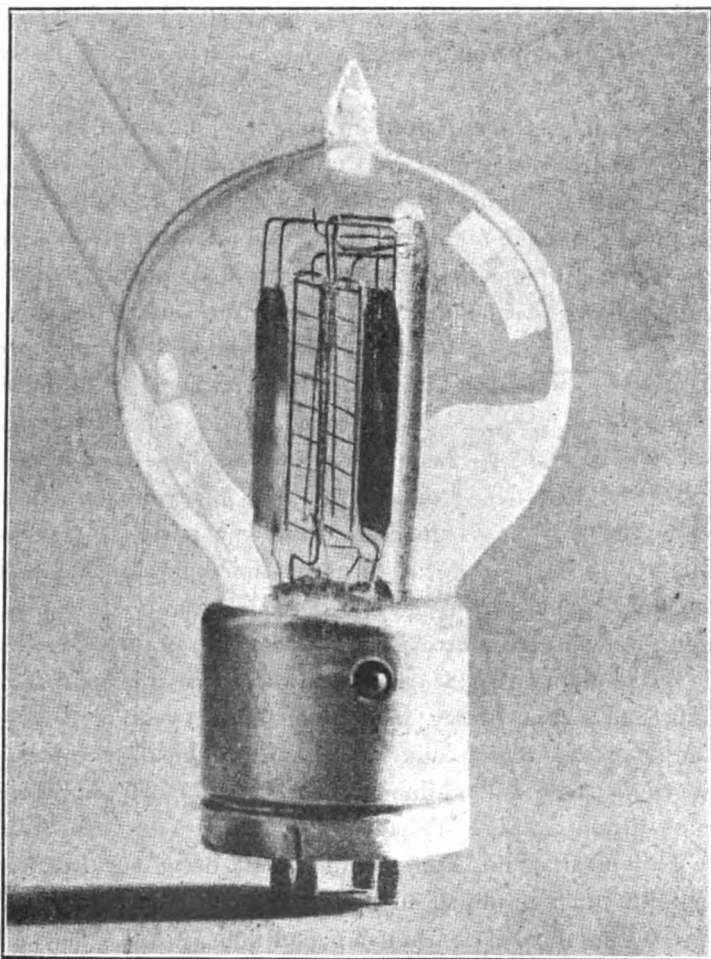


Fig. 13.

sible des amplificateurs. Des années d'améliorations techniques soigneuses étaient cependant nécessaires avant que l'idée originale fût perfectionnée au point de remplir pleinement toutes

les rigoureuses exigences de l'application à ~~une~~ installation téléphonique commerciale.

Pour comprendre les améliorations nécessaires pour adapter à cet usage la première espèce d'audion qui pût être utilisée à la réception radiotélégraphique, nous allons d'abord considérer avec quelques détails la structure et les principes physiques de l'appareil.

L'« audion » se compose d'un tube où l'on a fait le vide et qui contient trois électrodes dont une peut donner une émission thermionique. La figure 13 montre les détails de construction. Le filament est chauffé par le passage d'un courant, comme le montre schématiquement la figure 14. Les deux autres électrodes

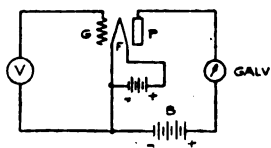


Fig. 14.

sont une plaque et une grille. Si une batterie est reliée au filament et à la plaque comme dans la figure 14, de façon à rendre la dernière positive par rapport à la première, un courant passera alors dans le circuit ainsi formé. Les électrons émis par le filament sont transportés à travers le vide intermédiaire par le champ élec-

trique que la batterie B établit dans le circuit de la plaque. Si une force électro-motrice est maintenant appliquée entre la grille et le filament, par exemple la source marquée V sur la figure, le champ entre plaque et filament est modifié et le courant dans le circuit plaque subit une modification correspondante. Si la grille est rendue positive par rapport au filament, un plus grand nombre d'électrons est lancé à travers l'espace entre grille et filament. Bien qu'une partie de ce surplus frappe la grille et ainsi produise un courant dans le circuit grille, le plus grand nombre, et de beaucoup, continue à travers les mailles de la grille jusqu'à la plaque. Il en résulte une augmentation du courant dans le circuit plaque. Inversement, si la grille est rendue négative, le courant décroît dans le circuit plaque. Toutefois, dans ce cas, aucun courant ne passe dans le circuit grille, parce que les électrons ne peuvent être attirés vers une électrode que si celle-ci est positive par rapport à la source des électrons.

La relation caractéristique entre le voltage V de la grille et le courant plaque I_b est celle que montre la figure 15. Si le voltage de la plaque est modifié, la forme de la courbe ne l'est pas, mais l'intensité du courant change comme le montre la figure 16 qui donne une famille de ces caractéristiques. Il est évident, sur cette

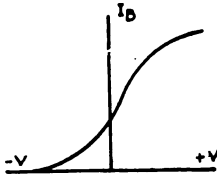


Fig. 15.

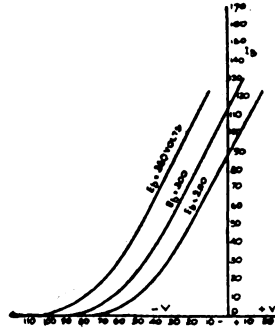


Fig. 16.

figure, que le nombre de volts négatifs auxquels la plaque doit être soumise pour réduire le courant de plaque à zéro, est toujours la même fraction du voltage fourni au circuit plaque. Donc, on voit que le courant dans le circuit plaque peut être modifié, soit par modification du voltage qui lui est fourni, soit par une modification bien plus petite du voltage fourni au circuit grille. L'appareil donne ainsi une amplification de voltage.

Tant que la grille est maintenue négative, son circuit ne peut être parcouru par un courant et aucune variation de courant n'accompagne des variations quelconques de son voltage qui sont, par suite, complètement dévattées. De telles variations sont accompagnées de variations de courant dans le circuit plaque et produisent une dépense d'énergie dans ce circuit. On voit ainsi que l'efficacité téléphonique est pratiquement infinie, puisqu'une production d'énergie peut être obtenue par une variation dévattée du voltage d'entrée.

Pour comprendre pourquoi la courbe caractéristique de la figure 15 s'aplatit finalement tout à fait lorsque la grille devient très positive, il nous suffit de nous rappeler que le passage du

courant à travers le circuit plaque-filament renferme deux phénomènes physiques. Le premier est l'émission thermionique d'électrons par le filament et le second est leur transport dirigé et renforcé entre filament et plaque. L'émission a lieu, qu'un voltage soit ou non maintenu sur le circuit filament-plaque, et elle ne dépend que de la température du filament. Le mécanisme est très comparable à l'évaporation en récipient clos et atteint rapidement un équilibre statique où les électrons quittent le filament et y reviennent avec la même vitesse ou nombre par seconde. Donner à la plaque un potentiel positif trouble l'équilibre car on retire ainsi des électrons du tube. Quand ce voltage est bas, on ne retire qu'un nombre relativement faible par seconde, c'est-à-dire que le courant est faible dans la partie très basse de la caractéristique. Quand le voltage augmente, le courant augmente, mais atteint une valeur maximum constante dès que le voltage est suffisant pour retirer à travers l'espace intermédiaire autant d'électrons que le filament peut en émettre à la température où l'on opère.

Quoique le nombre des électrons qui passent par seconde entre filament et plaque, et par suite le courant, soient ainsi limités, la vitesse avec laquelle chaque électron se déplace continuera à augmenter avec le voltage. S'il y a un résidu gazeux dans le tube, ses molécules seront ionisées par leurs chocs avec les électrons pourvu que les vitesses de ces derniers soient assez grandes pour rompre les systèmes électroniques qui forment ces molécules. Une telle ionisation va augmenter le nombre d'éléments porteurs d'électricité et par suite la charge qui peut être transportée par seconde. La présence de gaz dans un tube est donc en général décelée par une caractéristique telle que la ligne pleine de la figure 17.

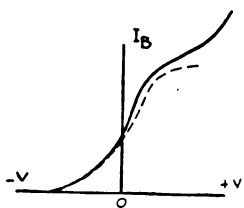


Fig. 17.

Les voltages que comporte la détection des signaux de T. S. F. sont beaucoup plus petits que ceux que l'on rencontre en téléphonie, de sorte que la présence d'un résidu gazeux n'entraîne

aucun inconvénient sérieux. Comme conséquence, dans la production de ses premiers audions, bien au point pour la T. S. F., de Forest ne trouva pas qu'il fût nécessaire d'employer tous les procédés connus pour produire le vide le plus élevé possible.

Quand on a affaire à des énergies bien plus grandes, ce qui est le cas du relais téléphonique, il est nécessaire d'adopter des méthodes de fabrication qui garantissent l'évacuation poussée à un degré élevé de toute la matière gazeuse contenue dans le tube, sans oublier celle qui peut être excluse dans les parois du tube ou dans les pièces métalliques intérieures. Quand ce vide est obtenu, tous les avantages d'une pure décharge d'électrons se conservent, même pour les plus hauts voltages et courants dont on ait à s'occuper dans un relais téléphonique. En d'autres termes, pour un voltage donné de la plaque, on obtient une plus large échelle de voltages susceptibles d'être appliqués à la grille sans s'écarter de la véritable caractéristique thermionique représentée par la figure 15.

Outre l'obtention des conditions nécessaires à cet égard, les ingénieurs du Bell System ont fait de grandes recherches pour produire des tubes amplificateurs ayant la forme et les dimensions voulues pour donner les meilleurs résultats avec les différents montages et pour déterminer un type de filament ayant une vie maximum entraînant une consommation de puissance minimum et ayant en même temps une caractéristique de fonctionnement uniforme pendant toute la vie du tube. De plus, ces travaux ont permis de produire en quantité des tubes de caractéristiques exactement identiques, ce qui est de la plus extrême importance dans le fonctionnement des relais téléphoniques mais d'importance faible en T. S. F. Le manque d'uniformité des tubes gênerait très sérieusement l'utilisation commerciale de ce type d'amplificateurs, puisque cela nécessiterait la mise au point des appareils chaque fois qu'il serait nécessaire de remplacer un tube usé ou endommagé.

Non seulement la première forme d'audion employée comme relais téléphonique était défectueuse au point de vue énergie, mais les conditions de son emploi dans la réception de T. S. F.

étaient foncièrement différentes de celles qui se rencontrent dans un montage de relais téléphonique. Nous pouvons exprimer ce fait en disant que pour la détection radiotélégraphique on utilise l'aptitude d'un appareil à déformer la sinusoïde qui représente ce qu'il reçoit, tandis que pour les usages téléphoniques, il nous faut la déformation strictement minimum.

De Forest employait un condensateur associé à l'audion dans le circuit grille, comme sur la figure 18. Les bornes d'entrée étaient 1 et 2 de cette figure et les bornes de sortie 3 et 4 du

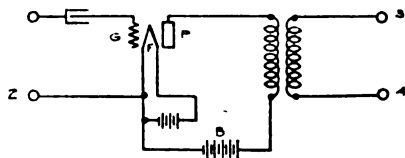


Fig. 18.

transformateur. Si l'audion est employé comme amplificateur sur une ligne téléphonique, ce transformateur sert à imprimer à la ligne téléphonique à laquelle l'appareil est relié, les variations qui peuvent être causées dans le courant du circuit plaque issu de la batterie B par des modifications quelconques du potentiel fourni au circuit d'entrée. Le condensateur sert de soupape à électrons si une force électro-motrice sinusoïdale est appliquée aux bornes 1, 2. Ainsi, imaginons que la première demi-vague de la sinusoïde rende la grille négative par rapport au filament. Cette polarité tend à envoyer les électrons de la grille vers le filament, mais puisque la grille n'émet pas d'électrons, il n'y a pas transport. Mais rendre la grille négative diminue le courant à travers le circuit plaque, comme nous l'avons vu à propos de la figure 15. La vague suivante va maintenant tendre à envoyer les électrons dans la direction opposée, c'est-à-dire du filament vers la grille, ce qui est la direction du transport possible de ce circuit unilatéral. Les électrons ainsi transportés à la grille ne peuvent passer à travers le condensateur et achever leur voyage en revenant au filament, mais d'autres, issus de la plaque opposée du condensateur, peuvent être amenés à faire le reste du tra-

jet. Le résultat est que chaque demi-vague positive augmente le nombre des électrons sur la grille et sur la plaque adjacente du condensateur et produit ainsi une augmentation nouvelle de potentiel négatif. Mais plus la grille devient négative, plus le courant dans le circuit plaque est faible et plus bas est le point de la courbe caractéristique aux environs duquel nous produisons des variations sinusoïdales.

Évidemment, une telle action est excellente pour déceler la présence dans le circuit d'entrée d'un train d'ondes sinusoïdales de faible amplitude, puisque les effets s'accumulent. Mais il est également évident qu'une telle action peut empêcher absolument le passage à travers le système d'un train d'ondes issues de la voix, puisqu'un mot ou deux rendent la grille tellement négative que le courant plaque, des variations duquel dépend la transmission de la voix, se trouve pratiquement réduit à zéro.

L'élimination de ce condensateur qui augmentait la déformation ne fut qu'un détail des grandes études faites pour l'application d'appareils thermioniques. Cette œuvre comprenait une étude des montages appropriés à l'emploi de ces tubes, de la thermionie, de méthodes pour obtenir des vides élevés, d'indicateurs du degré de vide, une étude des différentes sortes de filaments et des relations physiques existant dans les tubes à vide à trois éléments, suivant la forme géométrique et l'écartement des électrodes. Quelques-uns de ces travaux, par exemple ceux de Van der Bijl, W. Wilson et autres ont déjà été publiés.

Comme résultat de ces études, nous savons définir et construire des tubes adaptés à tout ce que l'on peut se proposer de faire dans l'art de communiquer. Dans le dernier modèle où nous employons un tube à vide comme relais téléphonique, nous obtenons une relation caractéristique entre le voltage d'entrée et le courant de sortie qui est exempt de déformation, pour autant que nous pouvons reconnaître ces effets. Ceci est obtenu en partie grâce à la conception du tube en partie par l'adaptation convenable du montage du tube.

En premier lieu, nous nous arrangeons pour que l'amplifica-

teur ait une impédance constante et finie en plaçant une forte résistance en dérivation entre grille et filament. Le courant est fourni à cette résistance par un transformateur élévateur comme il est indiqué figure 19. Le voltage effectif dans le circuit grille-

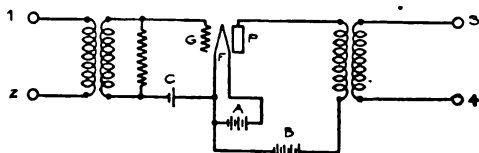


Fig. 19.

filament est alors la chute à travers la résistance. En second lieu, nous nous arrangeons généralement pour que la grille ne soit positive à aucun instant de la période du voltage appliqué. Ceci s'obtient en intercalant une batterie C dans le circuit grille. Ainsi le tube agit comme un appareil amplifiant le voltage fourni et n'introduit aucune déformation due à la conductivité unilatérale du circuit grille.

La relation caractéristique entre le voltage de la grille et le courant plaque qui est montrée par les courbes de la figure 16, n'est évidemment pas celle d'un relais parfait puisqu'il n'y a pas une relation linéaire entre voltage d'entrée et courant de sortie.

Les voltages indiqués sur ces courbes sont ceux de la batterie qui est dans le circuit plaque. On les a obtenus dans les conditions suivantes : pas de résistance externe dans le circuit de cette batterie, de sorte que les voltages produits sont réellement ceux qui existent effectivement entre la plaque et le filament à l'intérieur du tube. Les valeurs du courant portées en ordonnées sont dues aux actions combinées de ce voltage effectif et du voltage appliqué au circuit grille. Pour chacune de ces courbes, le voltage effectif de la plaque est constant et la courbe donne la relation entre le voltage d'entrée et le courant de sortie. Toutefois, s'il y a une résistance extérieure dans le circuit plaque, le voltage effectif entre plaque et filament ne sera pas celui de la batterie mais sera moindre de la quantité $R \cdot I$ représentant la chute de tension dans le circuit extérieur. Une augmentation du

voltage de la grille ne produira pas alors une aussi grande augmentation dans le courant plaque, parce que l'augmentation qui serait produite si le voltage de la plaque était constant est partiellement neutralisée par la diminution du voltage effectif de la plaque causée par la chute R. I. Le résultat est qu'en choisissant convenablement la résistance externe du circuit filament-plaque, nous pouvons obtenir entre voltage de la grille et courant plaque une relation qui est sensiblement linéaire comme le montre la courbe en trait plein de la figure 20.

Les conditions requises pour un relais téléphonique, qui ont été établies plus haut, sont ainsi complètement réunies dans cette construction de l'audion et dans l'arrangement du montage qui permet son fonctionnement. Dans la partie ultérieure de cet article, nous verrons dans le compte rendu d'expériences et de fonctionnement commercial des illustrations de cette perfection.

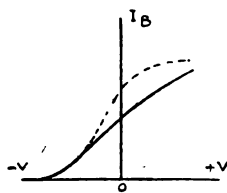


Fig. 20.

Dans le cas de l'audion, la commande du courant d'électrons est électrostatique. Il est possible de commander un tel transport d'électrons par des moyens électromagnétiques puisque ce transport joue réellement le rôle d'un courant. Mais une telle commande est, par elle-même, moins efficace et moins sensible que celle obtenue dans l'appareil électrostatique ci-dessus décrit. Toutefois, nous ne donnerons pas de discussion détaillée de ces méthodes, mais nous passerons aussitôt à la discussion d'appareils où la présence de molécules gazeuses produit une ionisation, c'est-à-dire des particules positives de dimensions moléculaires aussi bien que des électrons négatifs.

III. La distinction entre amplificateurs électroniques et amplificateurs à gaz ne porte pas sur la présence ou l'absence de gaz puisqu'un vide absolu ne peut être obtenu. Elle porte plutôt sur ce fait, que le gaz est, dans un cas, un élément sans utilité et indésirable, et dans l'autre indispensable. Dans le tube à vide de de Forest, le gaz n'était pas indispensable, comme nous l'avons vu, et ce gaz résiduel limitait l'intervalle de voltage dans

lequel le tube possédait les caractéristiques désirables pour son emploi comme amplificateurs.

III-A. Dans l'amplificateur de von Lieben, qui fut inventé en Europe un peu après que l'audion fut fabriqué ici, le gaz est un constituant essentiel. Cet appareil a une cathode de Wehnelt, c'est-à-dire un filament revêtu d'oxydes de terres alcalines qui émet thermioniquement des électrons. La fonction de la cathode n'est pas de fournir tous porte-charges comme dans le cas du filament de l'audion, mais plutôt de fournir les moyens d'ioniser le gaz existant dans le tube. Le tube est à trois éléments et porte, en outre de la cathode thermionique, une anode d'aluminium (correspondant à la plaque de l'audion) et une électrode semblable à un crible et formée d'un disque d'aluminium perforé.

Le rôle du crible est de commander la décharge qui a lieu entre l'anode et la cathode lorsqu'il est porté à un potentiel convenable. Le courant d'électrons qui va de la cathode à l'anode est gêné par la présence de molécules gazeuses. Les collisions qui en résultent produiront l'ionisation de quelques-unes des molécules gazeuses si la vitesse est assez grande et cette vitesse dépend du potentiel fourni au circuit. Cette ionisation augmente le nombre d'électrons pouvant servir pour augmenter le courant et introduit aussi des ions positifs de dimension moléculaire qui ont la même utilité mais cheminent dans la direction opposée. L'établissement d'une différence de potentiel entre le filament et le crible permet la commande extérieure des mouvements des électrons et ions positifs en attirant les premiers et repoussant les autres ou vice versa.

De faibles variations du potentiel du crible peuvent causer des variations relativement grandes de l'ionisation, par suite, du courant dans le circuit de l'anode. L'appareil peut donc être utilisé pour l'amplification, mais il n'est pas propre à l'utilisation téléphonique pour des raisons que l'on va maintenant apercevoir.

Puisque le tube contient des charges électriques mobiles de deux sortes, un courant d'une sorte ou de l'autre va inévitable-

ment se porter sur le crible et, ainsi, il y aura dans ce circuit un courant dont la direction dépendra de la polarité du voltage fourni et dont l'intensité dépendra de la conductivité de l'espace gazeux contenu dans le tube. Si la cathode et le crible sont employés comme circuit d'entrée, correspondant au circuit filament-grille de l'audion, il est alors évident que l'impédance de ce circuit d'entrée variera avec le voltage fourni. Une telle variation causera une déformation sérieuse et n'est pas conforme à ce que nous exigeons d'un élément d'un relais.

La présence des deux sortes de charges électriques rend impossible le procédé simple qui est si avantageux dans le cas de l'audion, où l'on utilise la conductivité unilatérale du circuit grille-filament. De plus, la pression du gaz dans les tubes est sujette à des fluctuations sur lesquelles on n'a à peu près aucune action. Il en résulte de grandes variations d'amplification. Comparé à l'appareil électronique, le tube von Lieben, défectueux au point de vue des relais téléphoniques et la commande électrostatique des appareils à gaz ne s'est pas montrée capable d'une application téléphonique aussi efficace et aussi simple que ne l'est la commande électrostatique des appareils électroniques.

III-B. La commande électromagnétique des appareils à gaz a également été recherchée en vue de la téléphonie. Les courants de sens opposés, de charges positives et négatives sont déviés dans la même direction par un champ électromagnétique. Si le déplacement d'un tel courant de décharge peut devenir capable de modifier convenablement la conductivité, soit du circuit de décharge lui-même, soit de quelque circuit auxiliaire, on pourra constituer ainsi un relais.

Une partie des premiers travaux faits sur de pareils principes est due à Hewitt, dont les expériences sur les arcs à vapeur de mercure sont bien connues. La méthode qu'il proposa d'employer peut se déduire de la figure 21, où l'on voit un tube contenant de la vapeur de mercure à travers laquelle passe un courant venant de la batterie B. Un récepteur est mis en série avec la batterie et l'arc. L'arc est lui-même commandé par l'électro-aimant qui est excité par le transmetteur. Cette combinaison,

qui est essentiellement un relais unilatéral très peu sensible, n'est jamais, autant qu'on le sache, entrée en fonction comme amplificateur téléphonique. En plus de cette inefficacité, ce système était indésirable pour cause de bruit, déformation et amplification variable.

Un progrès ultérieur dans la mise au point d'un relais à arc de mercure commandé électromagnétiquement a été réalisé par le Dr H. D. Arnold. Il employait un circuit auxiliaire pour la sor-

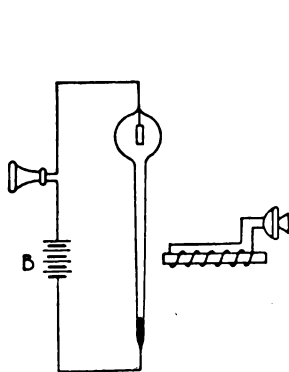


Fig. 21.

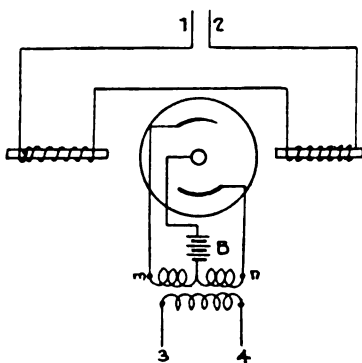


Fig. 22.

tie et le disposait de manière que sa conductivité fût modifiée, conformément au mouvement de l'arc. Arnold est amené à cette idée générale d'employer l'arc de mercure et l'influencer magnétiquement, à la suite de Hewitt, naturellement.

Le circuit auxiliaire imaginé par Arnold est à angle droit avec l'arc et comprend trois électrodes, l'une vers le centre de l'arc et les deux autres à peu près également écartées dans deux directions opposées, comme le montre la section du tube perpendiculairement à l'axe (fig. 22), la branche principale de l'arc étant perpendiculaire au plan du schéma. L'électro-aimant est dans le plan de ces électrodes et sert ainsi à dévier l'arc principal vers l'une ou l'autre des électrodes latérales suivant la polarité de l'aimant. Les ions de l'arc principal peuvent servir aux courants entre les électrodes et l'électrode centrale si on maintient une différence du potentiel entre elles, par exemple au moyen de la batterie B.

Normalement, quand l'arc n'est pas dévié, il y a entre l'électrode centrale et chacune des électrodes latérales des portions égales d'arc. Les conductivités des deux voies offertes ainsi au potentiel de la batterie sont alors égales et il n'y a pas de différence de potentiel entre les bornes *m*, *n*, de l'enroulement dont la prise centrale est reliée à la batterie. Quelles que soient les variations des conductivités des deux branches de ce circuit bifurqué dues aux variations dans les ionisations de l'arc, aucune différence de potentiel ne se produit entre les extrémités de la bobine, puisque les deux branches de ce circuit tendent à varier identiquement sous l'action d'une même cause. Des variations fortuites de l'arc ne sont donc pas répétées dans le circuit extérieur et tout bruit dû à l'arc est pratiquement éliminé. Mais quand l'arc est dévié par l'électro-aimant actionné par la voix, les conductivités des deux branches varient en sens inverse et il en résulte qu'un courant circule.

L'appareil, tel que le décrit le premier brevet, est montré (fig. 23). Une anode auxiliaire en forme d'électrode à mercure

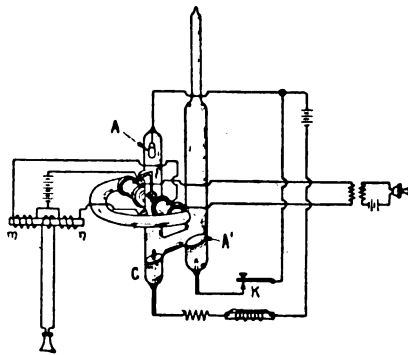


Fig. 23.

figurée en *A'* est employée pour amorcer l'arc. Avec ce système, l'arc est déclenché en penchant le tube, ce qui permet au mercure de l'anode *A'* de couler au contact de celui de la cathode principale *C*. Quand le tube est ramené à la position verticale, un arc se forme entre *A'* et *C* pourvu que la clef *K* ait été fer-

mée. Si l'on ouvre la clef K, on permet à un arc de se former entre C et A. Cet appareil à gaz est capable de donner une bonne amplification tout à fait exempte de déformation, sauf celle que peut introduire le fait que l'impédance de l'électro-aimant n'est pas forcément identique à celle d'une ligne téléphonique. Il a été essayé expérimentalement sur des lignes téléphoniques mais jamais employé, du moins pendant un temps appréciable. Par exemple, des échantillons en furent installés sur les circuits de longueur importante compris entre New-York et San-Francisco, mais ils ne furent jamais employés commercialement.

III-C. Le troisième type d'amplificateurs à gaz susceptible de servir de relais est le type à résistance négative. La caractéristique normale voltage-courant d'un arc est celle de la figure 24 où les ordonnées donnent le voltage fourni, les abscisses le courant résultant.

Pour une résistance ordinaire, la pente de la courbe volts-

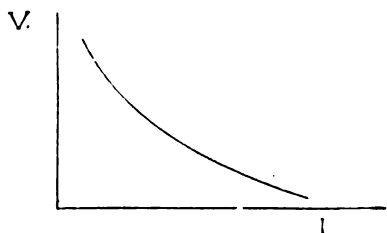


Fig. 24.

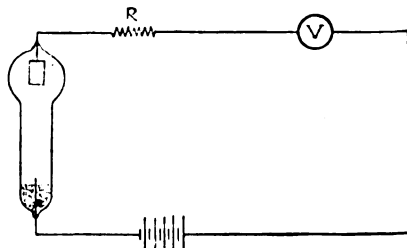


Fig. 25.

ampères est positive au sens habituel puisque, en tout point de la courbe, $\frac{dV}{dI}$ est positif et représente une pente de moins de 90 degrés mesurés en sens inverse des aiguilles d'une montre à partir de l'axe des I. Mais pour l'arc avec sa caractéristique descendante, la pente est négative. La résistance que l'arc oppose à une variation de son état doit donc être considérée comme négative.

Si un arc est en série avec une résistance ohmique et une source de potentiel, comme le montre la figure 25, qui est essen-

tiellement celle suggérée par Hewitt qui s'occupa d'un arc à mercure dans un tube fermé, l'arc, grâce à sa caractéristique descendante, fait paraître la résistance totale du circuit plus faible quand il y a de petites variations de courant que lorsque les conditions sont constantes.

La raison de ceci est qu'une faible augmentation de courant est accompagnée d'une diminution de voltage à travers l'arc lui-même, laissant ainsi dans la résistance ohmique un voltage encore plus grand que celui qu'on obtiendrait si le circuit était simplement composé d'éléments obéissant à la loi d'Ohm. Si la source U est un transmetteur et s'il y a aussi un récepteur dans le circuit, il s'ensuit que l'énergie reçue par ce dernier peut, dans des conditions convenables, être plus grande que celle qui est fournie au circuit par le transmetteur. En d'autres termes, il peut y avoir amplification téléphonique.

La grandeur de l'amplification avec l'appareil Hewitt dépend évidemment des grandeurs relatives de la résistance négative et de la résistance ohmique extérieure. La résistance extérieure peut être en partie celle d'une ligne téléphonique et, pour cette raison, cette méthode a été considérée comme un moyen de produire l'amplification téléphonique. La résistance négative de l'arc ne peut jamais faire autre chose que supprimer un peu de l'effet de la résistance extérieure. Si elle pouvait faire plus, naturellement, le circuit s'amorcerait et chanterait. Nous avons trouvé pratiquement que ce système n'augmente jamais l'intensité de la parole téléphonique, à moins que la résistance de la ligne ne soit suffisante pour stabiliser l'arc. Dans la pratique, l'arc doit être relié à des lignes téléphoniques variées, chacune ayant des caractéristiques différentes ; pour qu'un tel acte amplifie lorsqu'il est relié à une ligne à haute résistance, et ne chante pas quand on le relie à une ligne de plus basse résistance, il est nécessaire d'ajouter une certaine résistance extérieure supplémentaire au circuit de l'arc dans le second cas et cette résistance devra être différente pour chaque type différent de ligne. Pour la téléphonie pratique, par conséquent, cet appareil à résistance négative ne peut servir.

Même si l'amplification possible était suffisante dans de telles

conditions, il resterait encore ce fait que la caractéristique dynamique de l'arc varie avec la fréquence des ondulations téléphoniques reçues, d'où une déformation inacceptable et une amplification variable. En outre, de même que les autres tubes à décharge dans les gaz que nous avons envisagés ci-dessus, l'appareil à résistance négative serait trop irrégulier pour l'usage pratique.

Les deux appareils que nous avons trouvés utilisables avec les inflexibles exigences du service téléphonique commercial, sont l'élément récepteur-transmetteur et le tube à vide à trois électrodes ou audion. L'arc à commande électromagnétique avec électrodes auxiliaires a été employé par nous, pour expérience, d'une façon limitée, comme on l'a indiqué plus haut et, bien qu'il possède beaucoup des caractéristiques d'un relais téléphonique commercial, il n'est pas, dans son état actuel, apte à l'usage téléphonique courant. Des trois types : mécanique, électronique et gazeux, l'appareil électronique avec émission thermionique est le plus voisin de la perfection. En fait, la quantité dont il s'en faut pour qu'il réunisse toutes les conditions exigées pour un relais parfait est si petite, qu'elle est négligeable, sauf dans les conditions les plus rigoureuses.

LE MONTAGE DU RELAIS TÉLÉPHONIQUE.

Le réseau électrique, par lequel on relie un ou plusieurs amplificateurs aux lignes téléphoniques, constitue le « montage du relais ». Si l'on veut le fonctionnement réversible à deux directions, tel que la téléphonie le réclame, on peut distinguer trois types généraux de montages parmi lesquels le montage en pont ou montage différentiel équilibré déjà décrit dans cet article est le type le plus habituel.

Le bon fonctionnement des autres types ne dépend pas d'un équilibrage. L'un de ceux-ci est communément appelé « survolteur ». La figure 26 montre une forme de survolteur en série dans lequel l'entrée et la sortie de l'élément sont reliées en série l'une sur l'autre et sur la ligne. Une forme de survolteur en dérivation est

indiquée de même dans la figure 27. Un grand nombre d'autres formes de montages survolteurs sont possibles. Les appareils à

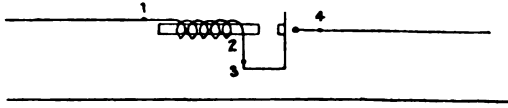


Fig. 26.

résistance négative conviennent par nature à ce montage en survolteur.

Dans le cas de montages de ce genre, il faut, pour éviter l'amorçage proportionnel, le pouvoir amplificateur du relais à l'impédance de la ligne à laquelle il est relié. Les courants sor-

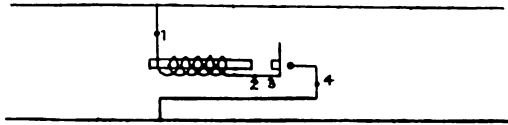


Fig. 27.

tant de l'amplificateur doivent passer en tout ou en partie à travers le circuit d'entrée de cet amplificateur et ainsi l'amplification du courant téléphonique d'arrivée dépend d'une superposition des courants d'entrée et de sortie. Il est évident que si les lignes ne présentent pas une impédance suffisante, un tel système peut fonctionner comme générateur d'oscillations, c'est-à-dire le circuit peut chanter.

Le troisième type de montage de relais est quelque peu analogue au relais de ligne simple en usage dans le télégraphe. Le courant vocal arrivant fait fonctionner des relais sensibles qui commutent les bornes de l'élément suivant la direction d'où viennent les courants vocaux, de sorte que le montage est équivalent à tout instant à un montage non réversible à une seule direction. Ces types de montage, bien qu'ils n'exigent aucun équilibrage, n'ont pas été trouvés en général aussi pratiques que le montage en pont et ne seront pas discutés avec plus de détails.

Nous pouvons distinguer deux sortes de montages en pont selon qu'un seul amplificateur est employé pour amplifier la transmission dans les deux directions ou que l'on emploie des amplificateurs distincts pour les directions opposées. Le montage représenté dans la figure 28 est évidemment de la première sorte. De tels montages seront appelés « type 21 », ce qui indique un montage réversible à 2 directions, 1 amplificateur. L'autre type, que nous discuterons un peu plus tard, est connu généralement sous le nom de « type 22 », puisque c'est un circuit à 2 directions, 2 amplificateurs.

Les bornes d'entrée et de sortie dans le circuit type 21 (fig. 28) peuvent évidemment s'interchanger sans modifier le fonctionne-

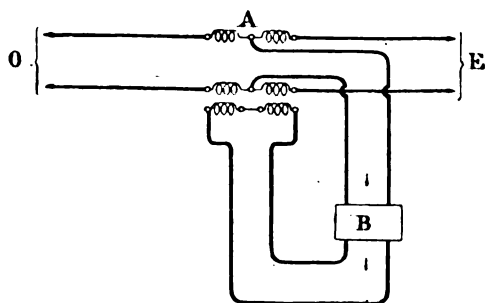


Fig. 28. — E, ligne est. | O, ligne ouest.

ment physique du système, dans ce cas, l'amplificateur alimente les deux lignes en parallèle au lieu d'en série. Le choix entre ces deux modes de connections dépend largement de la facilité avec laquelle, par le moyen de transformateurs, les impédances d'entrée et de sortie de l'amplificateur peuvent être rendues égales aux impédances du réseau auquel elles sont reliées.

La figure 29 montre une forme pratique du montage 21 avec son tube à vide amplificateur. L'énergie est apportée par l'intermédiaire d'un transformateur d'entrée et, entre celle-ci et les lignes téléphoniques, est intercalé un « filtre », non marqué sur la figure. Ce filtre, dont le Dr G. A. Campbell a inventé de nombreux types satisfaisants est un ensemble de réseaux tous semblables reliés en série et de manière à éliminer les cou-

rants sinusoïdaux de fréquences situées au-dessus ou au-dessous de l'intervalle téléphonique nécessaire en s'opposant à leur passage. Le potentiomètre est introduit pour régulariser le gain dû à l'élément. Des bobines de self induction et des condensateurs servent à empêcher la production de mélange apparent ou cross-talk dans des circuits téléphoniques adjacents et permettent

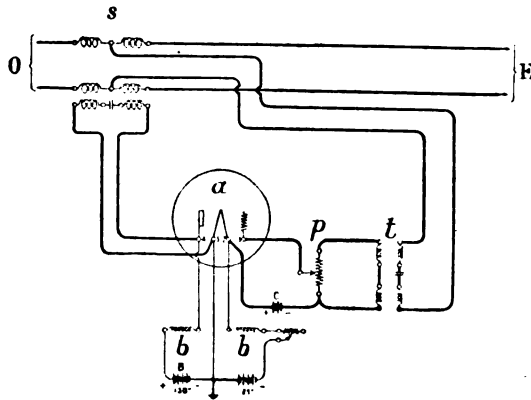


Fig. 29.

E, ligne est.

O, ligne ouest.

a, amplificateur.

b, bobines d'induction.

p, potentiomètre.

s, transformateur de sortie.

t, transformateur d'entrée.

l'emploi d'une batterie centrale pour alimenter tous les groupes de relais d'une même station de relais. Un rhéostat est également introduit, comme il est figuré, pour régler le chauffage du filament et, par suite, son émission thermionique.

Avant de nous mettre à décrire le montage type 22, nous allons expliquer le fonctionnement physique du type 21 d'une façon un peu différente de celle employée dans notre étude préliminaire. Suivons le courant téléphonique en admettant pour l'instant qu'il voyage de l'ouest à l'est. Le courant qui arrive au relais venant de l'ouest est en partie transmis par le circuit à la ligne est, mais la plus grande partie se partage entre les circuits d'entrée et de sortie du relais téléphonique. L'énergie qui passe dans le circuit de sortie se dissipe simplement. L'énergie qui passe dans le circuit d'entrée est amplifiée par l'amplificateur et

le courant amplifié passe par le « transformateur de sortie ». Si la ligne est et la ligne ouest ont des caractéristiques semblables, l'énergie se partage en deux parties égales, une moitié allant vers l'est, une moitié vers l'ouest. La moitié qui va vers l'ouest, c'est-à-dire dans la direction d'où vient la transmission, n'a aucune utilité. La moitié qui va vers l'est (superposée à la petite quantité d'énergie qui a passé directement à travers le relais) peut être beaucoup plus grande que l'énergie originellement venue de la ligne ouest et elle constitue la transmission amplifiée utile.

Quand les lignes ouest et est ont des caractéristiques identiques, il est évident par symétrie qu'aucun voltage ne naît, et il n'y a par suite pas possibilité d'amorçage d'oscillation quelle que soit la grandeur des amplifications employées. Ce montage permet donc la transmission réversible à deux directions sur des lignes semblables.

Mais dans le cas où les lignes ouest et est ont des caractéristiques d'impédance différentes pour un intervalle quelconque de fréquences téléphoniques, pour ces fréquences il naîtra dans le circuit d'entrée un voltage dû à un courant issu du circuit de sortie et une tendance à l'amorçage et à la déformation. Les conditions que ces déséquilibres entraînent seront discutées plus tard.

Le montage duplex en pont de Wheatstone, comme nous l'avons vu par notre première discussion est utilisable comme montage terminal permettant d'obtenir une transmission à deux directions sur une simple paire de fils. Dans un tel fonctionnement, la ligne téléphonique est équilibrée par l'introduction dans le bras opposé du pont d'une ligne artificielle ayant même caractéristique impédance fréquence. A une station de relais, nous pouvons donc terminer les deux lignes d'arrivée par des montages en ponts de ce genre, équilibrer chaque ligne par une ligne artificielle et faire servir chaque ligne comme un circuit indéfini pour conversation à deux directions, pourvu que nous reliions la branche d'entrée de chaque pont à la branche de sortie de l'autre (fig. 30).

Le montage obtenu ainsi est le type 22 défini plus haut, bien que son évolution n'ait pas suivi le chemin que nous avons pris pour la simplicité de la discussion. On remarquera que ce circuit emploie un amplificateur pour la transmission ouest à est, qui

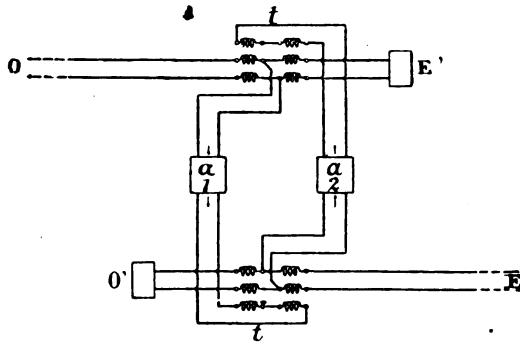


Fig. 30.

E, ligne est.
O, ligne ouest.
a₁, a₂, transformateurs.

E', ligne artificielle est.
O', ligne artificielle ouest.
t, transformateur de sortie.

est indépendant de celui employé pour la transmission est à ouest, que cela exige deux « transformateurs de sortie » et que chaque ligne au lieu d'être équilibrée par la ligne de direction opposée est équilibrée par une ligne artificielle marquée « ligne artificielle ouest », ou « ligne artificielle est ». Admettant de nouveau que la transmission vienne de l'ouest, nous suivons les courants à travers le montage du relais comme ceci : une petite partie de l'énergie traverse et va dans la ligne artificielle ouest, mais la plus grande partie se partage entre le circuit d'entrée de l'amplificateur n° 1 et le circuit de sortie de l'amplificateur n° 2. La partie qui entre dans le circuit de sortie de l'amplificateur n° 2 est dissipée sans produire d'effet utile. La partie qui va dans le circuit d'entrée de l'amplificateur n° 1 est amplifiée, et cette énergie amplifiée passe à travers le transformateur de sortie relié à la ligne est. La ligne artificielle est est faite de façon à avoir aussi exactement que possible la même impédance que la ligne existante pour tout l'intervalle des fréquences téléphoniques. Si l'équilibrage était parfait, il ne naîtrait aucun voltage dans le

circuit d'entrée de l'amplificateur n° 2 et par suite aucune chance d'amorçage ou de chantage quelles que soient les valeurs d'amplification employées.

Mais, en pratique, l'équilibrage ne peut jamais être absolument parfait de sorte qu'il naîtra toujours un certain voltage dans ce circuit d'entrée. Celui-ci à son tour sera amplifié par l'amplificateur n° 2. Ces courants amplifiés passeront alors dans le transformateur de sortie relié à la ligne ouest. Si la ligne artificielle a exactement la même impédance que la ligne ouest, l'énergie se divisera également entre les deux et aucun voltage ne naîtra dans le circuit d'entrée de l'amplificateur n° 1. Cette circonstance empêchera toute possibilité d'amorçage. Toutefois, dans la pratique, on aura là encore toujours quelque déséquilibre de sorte qu'un faible voltage naît dans le circuit d'entrée. Si les deux déséquilibres (à savoir, ligne est avec « ligne artificielle est », et ligne ouest avec « ligne artificielle ouest ») sont suffisamment grands, il est évident que les courants téléphoniques trouvent un circuit fermé d'un amplificateur à l'autre, de sorte que l'amorçage d'oscillations est possible.

Cependant ce montage est beaucoup plus stable que le type 21. On remarquera que si l'une des lignes artificielles équilibre exactement la ligne réelle correspondante, un degré quelconque de déséquilibre entre l'autre ligne artificielle et la ligne correspondante ne peut permettre à l'appareil de chanter. En général, le fait que l'amorçage exige avec le montage du type 22, deux déséquilibres simultanés, rend ce montage plus stable que le montage 21.

Il y a une autre propriété du montage type 22 qui est d'une grande importance, en ce qui concerne le fonctionnement de relais téléphoniques en tandem, c'est-à-dire le cas où deux ou plusieurs relais sont employés en différents endroits d'une même ligne. Comme cela est indiqué, la transmission venant de l'ouest et arrivant à un relais type 21, comme sur la fig. 28, donnera lieu à un courant amplifié lancé dans la ligne est, mais également à un courant d'égale intensité renvoyé dans la ligne ouest. Cependant, dans le cas du relais type 22, si la transmission vient de la

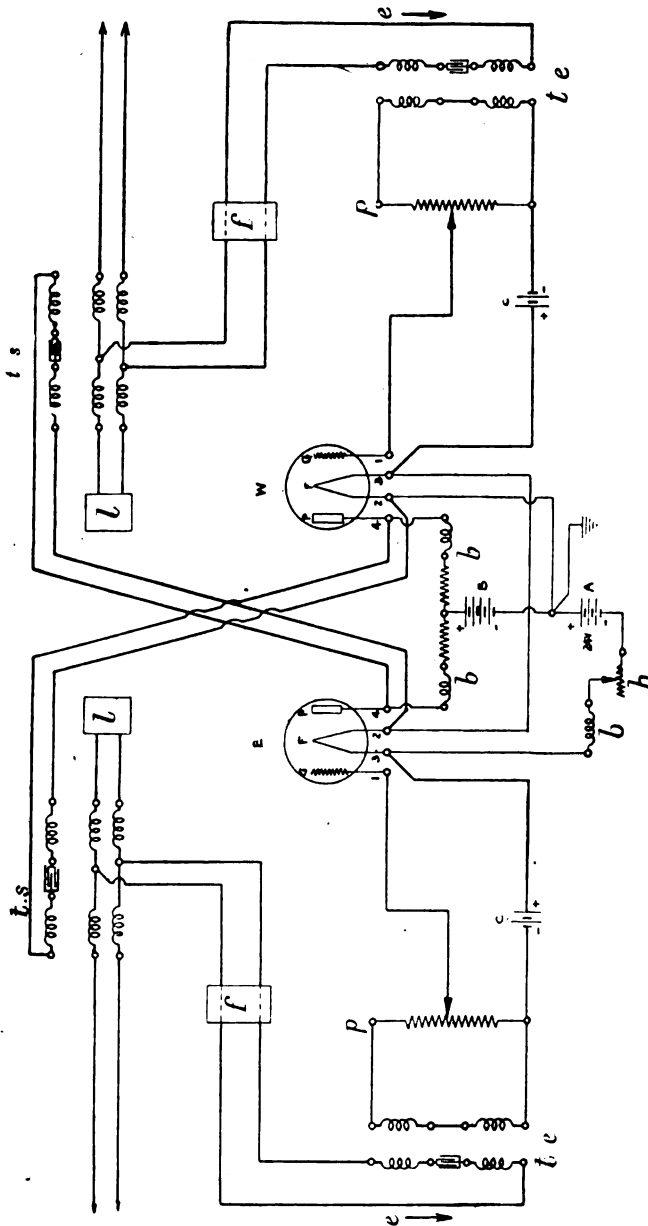


Fig. 31.
 E, W, lampe amplificatrice.
 b, bobines d'inductance.
 f, filtres.
 e, entrées.
 l, lignes artificielles d'équilibrage.
 p, potentiomètres.
 t, e, transformateurs d'entrée.
 t, s, transformateurs de sortie.

ligne ouest et que l'équilibre entre ligne artificielle et ligne réelle soit bon, il y aura très peu d'énergie renvoyée dans la ligne ouest. Comme on va le montrer plus loin, avec plus de détails dans le « Fonctionnement de relais en tandem », cette propriété est très avantageuse, car l'énergie renvoyée dans la ligne ouest réagirait sur tout autre relais en circuit dans cette direction.

Un montage type 22 contenant des amplificateurs à tubes à vide est représenté sur la fig. 31.

A propos du montage type 22, il est intéressant de remarquer que ce montage qui constitue aujourd'hui le meilleur moyen connu d'obtenir le fonctionnement réversible d'un relais avec des amplificateurs à une direction est une invention que M. W. L. Richard, ingénieur du Bell system, a faite et brevetée en 1895, bien des années avant que l'on eût de bons amplificateurs téléphoniques utilisables commercialement dans les réseaux téléphoniques.

L'ÉQUILIBRAGE DES LIGNES.

Comme on l'a montré plus haut, le montage type 21 a besoin pour fonctionner d'une manière stable, d'un équilibrage de la ligne téléphonique est avec la ligne téléphonique ouest, et le montage type 22 a besoin de l'équilibrage de chacune de ces lignes téléphoniques avec une ligne artificielle (ou mieux, réseau artificiel d'impédances). L'« équilibrage » exige que les deux lignes ou la ligne et la ligne artificielle que l'on équilibre l'une avec l'autre aient très exactement la même impédance dans tout l'intervalle des fréquences téléphoniques.

Admettant que nous ayons des amplificateurs qui puissent nous donner une amplification suffisante sans que la qualité soit affectée d'une manière appréciable, il est évident que la valeur de l'amplification que nous pouvons obtenir dans un cas pratique quelconque dépend du degré auquel cette perfection d'équilibrage est poussée. Celle-ci, à son tour, comme cela deviendra plus évident après lecture de la discussion qui suit, dépend des conditions de ligne. Ce sont donc les conditions de la ligne,

plutôt que l'amplificateur ou son montage qui limitent en fin de compte dans tous les cas pratiques les amplifications que l'on peut obtenir avec un relais.

Considérons donc comment apparaît l'impédance d'un circuit téléphonique vu des bornes du relais.

IMPÉDANCE D'UNE LIGNE TÉLÉPHONIQUE.

Si nous prenons un très long circuit téléphonique en fil nu aérien du n° 8 B. w. g., ce qui est le plus grand diamètre de cuivre généralement employé dans la pratique téléphonique et si nous supposons que ce circuit a des caractéristiques absolument uniformes, son impédance, c'est-à-dire le rapport du voltage qui lui est appliqué au courant, qui y pénètre, sera telle que le montrent les courbes 1 et 2 de la fig. 32, dans laquelle la courbe 1

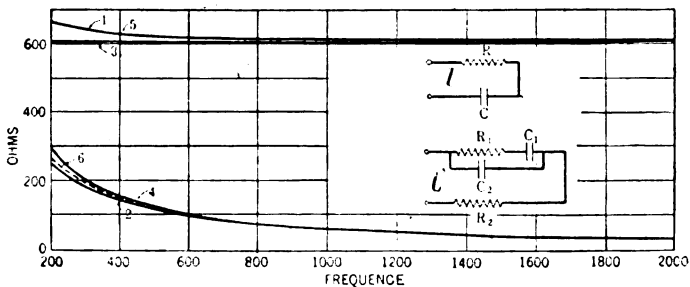


Fig. 32. — Ligne aérienne en fil nu n° 8 jauge non chargée.

l , ligne artificielle simple.

l' , ligne artificielle de précision.

donne la résistance, et la courbe 2 la réactance négative de l'impédance.

Pour une telle ligne, nous pouvons réaliser une forme très simple de ligne artificielle ayant approximativement la même impédance et pouvant être employé pour l'équilibrage dans un circuit de relais. Les courbes n° 3 et 4 de la fig. 32 indiquent l'impédance d'une ligne artificielle composée simplement d'un condensateur en série avec une résistance. On remarquera que ce très simple réseau est une très bonne approximation de l'impé-

dance d'une longue ligne, excepté aux basses fréquences. Les courbes 5 et 6 montrent l'impédance d'un réseau un peu plus compliqué, indiqué sur le diagramme, qui donne une très bonne approximation pour tout l'intervalle des fréquences téléphoniques.

Dans la pratique, toutes les lignes ont de légères irrégularités qui affectent quelque peu leur impédance. Une courbe d'impédance pour une ligne existante qui est, cependant, relativement régulière, est représentée par les courbes 1 et 2 de la fig. 33.

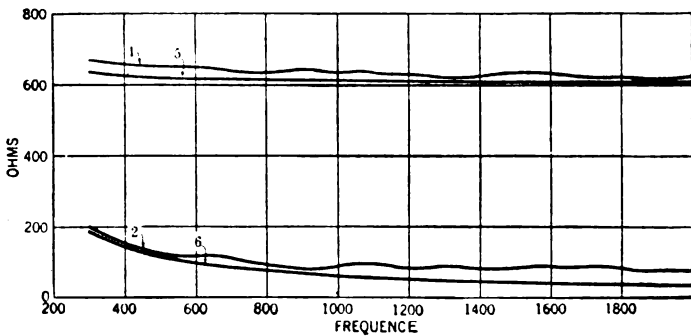


Fig. 33. — Ligne aérienne en fil nu n° 8 jauge non chargée.

Pendant les mesures, cette ligne était terminée par une impédance semblable à celle d'une grande longueur de la ligne elle-même (impédance caractéristique). Les courbes 5 et 6 sont copiées de la fig. 32 pour comparaison.

Mais il est difficile d'avoir un long circuit téléphonique aérien en fils nus exempt de courtes longueurs de câble. La fig. 34 montre les deux composantes de l'impédance d'un circuit en fil n° 8 ayant une longueur totale d'environ 165 miles dont l'extrémité éloignée est fermée par une impédance égale à celle d'une grande longueur de la ligne elle-même, mais avec 1 mile $\frac{1}{4}$ de câble souterrain se trouvant à une distance de 105 miles de l'extrémité où les mesures étaient faites.

Il serait évidemment plus difficile de faire une ligne artificielle ayant même impédance que ce circuit. Cela peut se faire cependant bien simplement en établissant une véritable ligne artifi-

cielle représentant les 105 miles depuis l'extrémité de départ jusqu'à l'endroit où le câble est placé, puis mettant en série une deuxième véritable ligne artificielle représentant le câble et mettant derrière cette ligne artificielle un réseau d'impédances

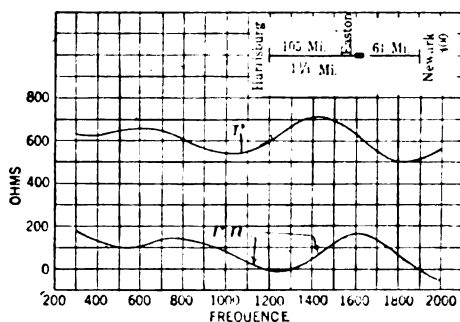


Fig. 34. — Fil 23/24 entre Harrisburg et le poteau n° 400 à Newark.

Bobine retirée à Easton.

r , résistance. — $r. n.$, réactance négative.

figurant l'impédance d'une longue ligne, qui pourrait être dans ce cas, simplement une résistance en série avec un condensateur.

Toutefois, si une ligne présente beaucoup d'irrégularités, l'établissement d'une ligne artificielle d'équilibrage, quoique toujours possible théoriquement, deviendrait très cher et incommode. Une condition fondamentale pour avoir une bonne amplification sur une ligne est donc le maintien d'un haut degré d'uniformité dans les caractéristiques électriques de cette ligne.

Dans ce cas particulier, l'irrégularité due au câble peut, dans une large mesure, être corrigée en intercalant dans le câble une ou plusieurs bobines de charge (système Pupin), pour amener l'impédance du câble à être approximativement celle de la ligne aérienne. Dans le cas donné, une seule bobine a été introduite dans le câble près de son milieu, et l'impédance mesurée après que cela eût été fait est indiquée fig. 35. Dans cette figure, les courbes après chargement sont tracées en traits gros et les courbes anciennes en traits fins pour la comparaison.

Dans le cas de lignes chargées, le problème de maintenir une

régularité suffisante dans les caractéristiques électriques pour avoir une courbe d'impédance satisfaisante devient considérablement plus difficile, à cause des différences des inductances des

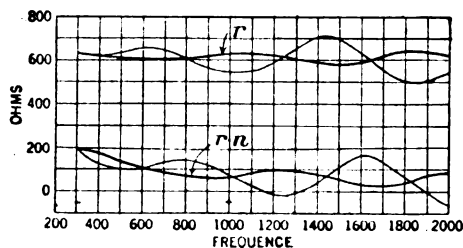


Fig. 35. — Fils 23/24 entre Harrisburg et le poteau n° 400 à Newark.
Bobine en circuit à Easton.

r , résistance. — $r. n.$, réactance négative.

bobines de charge et de la distance entre ces bobines. Pour illustrer ceci, nous donnerons un certain nombre de courbes d'impédance de circuits chargés montrant les effets de leurs irrégularités sur les caractéristiques d'impédance. Dans ces courbes, pour la simplicité, la composante résistance seule est figurée car la composante réactance est considérablement plus faible, et présente les mêmes irrégularités que la courbe de résistance.

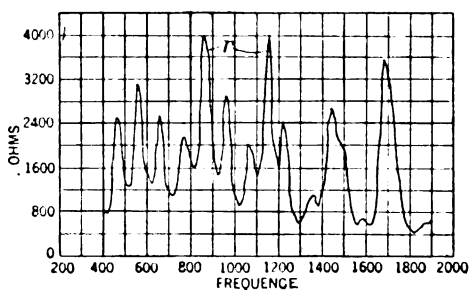


Fig. 36. — Section du circuit transcontinental de Pittsburgh à New York avant son remaniement.

r , courbe de résistance.

La fig. 36 montre une caractéristique d'impédance d'une ligne aérienne en fil nu chargée à intervalles d'environ 8 miles

de bobines de $1/4$ d'henry environ chacune. Ce circuit donnerait un service commercial satisfaisant au point de vue de la transmission. On remarquera, toutefois, que sa caractéristique d'impédance est extrêmement irrégulière, et il serait difficile de tirer avantage d'un relais téléphonique fonctionnant sur ce circuit.

La fig. 37 montre la résistance d'un circuit de mêmes cons-

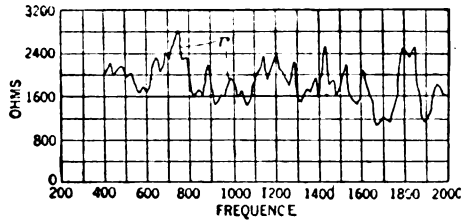


Fig. 37. — Section du circuit transcontinental de Pittsburgh à Chicago avant son remaniement.
r. courbe de résistance.

tantes, mais présentant une irrégularité moins grande. On l'aurait considéré, avant l'adoption des relais comme un circuit raisonnablement bon en ce qui concerne les irrégularités. Ces irrégularités étaient dues pour beaucoup, à des variations relativement faibles dans l'espacement des bobines de charge et dans leur inductance. Il est nécessaire de placer sur un circuit téléphonique les bobines de charge et des points particuliers d'anti-induction afin d'empêcher le mélange apparent ou cross talk entre ce circuit et ceux qui suivent la même artère. Cependant, il est difficile d'effectuer d'une façon très exacte et très précise les rotations en des points déterminés sur le papier à cause des variations de tracé de la ligne, des longueurs de câble intercalées, des points de jonction avec d'autres lignes, etc. C'est pourquoi l'on trouve dans les lignes établies autrefois des différences dans les longueurs séparant les points de chargement successifs. Les bobines de charge pour lignes aériennes sont exposées à des surtensions dues à la foudre et, avec quelques types de bobines qui ont été mises en usage, cela a amené des changements dans leur inductance. Pour une fréquence donnée, quelconque, il peut

arriver que l'effet d'un grand nombre de semblables irrégularités soit cumulatif et élève l'impédance du circuit pour cette fréquence, tandis qu'avec une autre fréquence très peu différente de la première, l'effet des irrégularités peut être de réduire l'impédance. Le résultat obtenu dans ce cas pour l'impédance est indiqué sur la fig. 37 où les variations sont dues non à quelques grosses irrégularités, mais à un grand nombre de petites irrégularités.

Ce circuit particulier était un de ceux qui font partie de la ligne transcontinentale, de sorte qu'il fut parcouru très soigneusement, anti-inducté à nouveau où c'était nécessaire, les bobines de charge remplacées par d'autres présentant un degré de stabilité et d'uniformité particulièrement élevé et les intervalles rendus très uniformes. Le résultat de ce travail est indiqué sur la fig. 38 où la ligne épaisse montre l'impédance, le travail étant

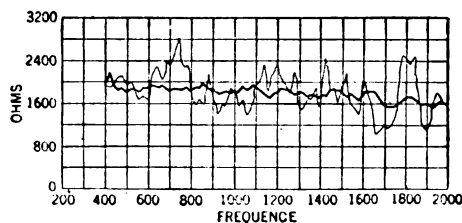


Fig. 38. — Section du circuit transcontinental de Pittsburgh à Chicago après son remaniement.

fait, et la ligne fine est une reproduction de la fig. 37 pour comparaison. Le circuit ainsi remanié permettra de profiter largement du bénéfice des relais.

Au cas où une grande variation de l'impédance est due à une ou plusieurs grosses irrégularités, les courbes d'impédance procurent souvent une méthode très intéressante et commode pour déterminer l'endroit où se trouve l'irrégularité. Par exemple, la fig. 39 montre l'impédance d'un circuit mesuré à une extrémité, la grande variation ondulée étant due à un appareil défectueux placé en un point du circuit. En mesurant l'intervalle de fréquences qui sépare les « bosses » successives de cette

« vague », il est possible de déterminer la distance de l'extrémité transmettrice au point où a lieu l'irrégularité. Dans la pratique beaucoup de cas se sont présentés où des bobines oubliées ou défectueuses, ou d'autres irrégularités ont été localisées par cette méthode.

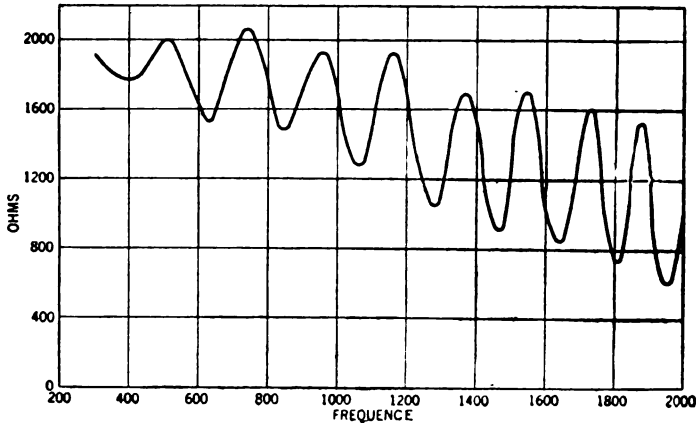


Fig. 39. — Ligne aérienne en fil nu n° 8 jauge chargée.

Dans le maintien de cette uniformité des caractéristiques de la ligne, une des plus grandes difficultés est de remédier aux courtes longueurs de câble qui peuvent se trouver dans la ligne aux traversées des rivières, à travers les villes, etc. Il a quelquefois été difficile d'expliquer aux gens qui sont en dehors de la spécialité téléphonique, mais qui savent que, au moyen de la charge des lignes et des relais téléphoniques, nous pouvons parler à travers de grandes longueurs de câble, pourquoi nous avons tant de difficultés du fait de petites longueurs de câble qui se trouvent dans nos circuits aériens et pourquoi nous détestons d'introduire de ces petites longueurs de câble dans de très longues lignes, aux villages, à la traversée des voies de chemin de fer, des lignes de transport de force, etc. Cependant, si l'on considère qu'une longueur de 500 pieds de câble a une capacité aussi grande que $3/4$ mille de circuit aérien, il est évident que même une faible longueur de câble a un très grand effet sur le fonctionnement d'un relais quelconque de la ligne. En posant un circuit, des longueurs

aussi courtes peuvent être corrigées en partie par l'espacement des bobines de charge. Les changements opérés après qu'une ligne a été posée sont naturellement beaucoup plus difficiles à corriger.

Dans les circuits en câbles, le problème de maintenir l'uniformité est semblable à celui relatif aux lignes aériennes, il réclame un espacement très exact des bobines de charge et exige que celles-ci aient des caractéristiques très uniformes et une haute stabilité électrique.

LIGNES ARTIFICIELLES D'ÉQUILIBRAGE.

Admettant donc, en tout cas, que les lignes ont été rendues aussi uniformes électriquement que la dépense le permet, nous arrivons au problème de la construction des lignes artificielles qui auront, dans les limites d'approximation qu'on désire, la même impédance que la ligne donnée. Il faut remarquer que ces lignes artificielles n'ont pas besoin d'avoir des caractéristiques de transmission correspondant à celles des lignes données, mais ont besoin seulement d'avoir les mêmes caractéristiques d'impédance. Ce ne sont donc pas de véritables lignes artificielles, mais simplement des « réseaux d'impédance ».

Une forme très simple est celle qui est indiquée plus haut pour servir à équilibrer une ligne aérienne non chargée, formée d'une seule résistance en série avec une seule capacité. Comme on l'a déjà remarqué, une meilleure approximation pour une ligne non chargée peut être obtenue en ajoutant une autre résistance et un condensateur comme l'indique la fig. 32.

Pour des lignes chargées, il est nécessaire d'employer une ligne artificielle un peu complexe, quoique, encore ici, la forme schématique soit relativement simple. La fig. 40 montre en trait fin, pour la comparaison, une courbe d'impédance très semblable à celle de la fig. 38 et, en plus gros trait, l'impédance d'une ligne artificielle formée de deux condensateurs, une résistance et deux bobines d'inductance disposées comme le montre le schéma de cette figure. Les courbes de résistance et de réactance de l'impédance sont toutes deux figurées.

Dans le cas d'une ligne chargée, l'impédance dépend d'une façon très marquée de la distance à la première bobine de charge du point à partir duquel on mesure l'impédance. En pratique les lignes sont terminées à mi-section ou à mi-bobine,

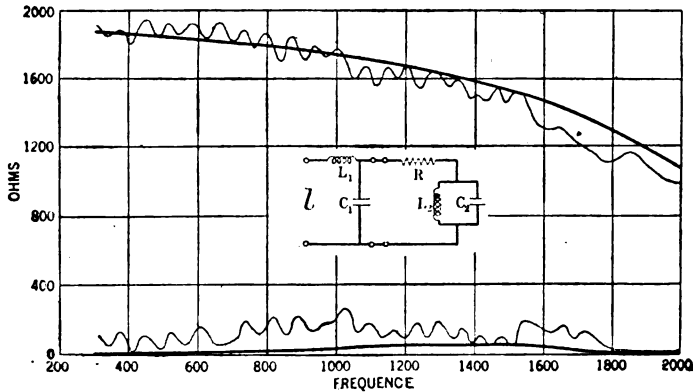


Fig. 40. — Ligne aérienne en fil nu n° 8 jauge chargée et terminée à mi-bobine. L , ligne artificielle.

puisque ces points sont des centres de symétrie de la charge et se rapprochent des conditions optimum de raccord à d'autres circuits. La plupart des courbes de cet article ont été prises à mi-bobine.

Il est évidemment nécessaire que la ligne d'équilibrage équilibre non seulement la ligne donnée elle-même, mais tout appareil situé entre la ligne et le point auquel le relais est placé, de sorte que toutes les bobines, postes télégraphiques appropriés ou autres appareils employés en série sur la ligne doivent être, avec la précision nécessaire, représentés dans les lignes artificielles par des bobines, condensateurs, etc. correspondants.

FONCTIONNEMENT DES RELAIS EN TANDEM.

La discussion ci-dessus se rapportait particulièrement au fonctionnement d'un relais unique dans un circuit. Si plusieurs relais sont employés en tandem en différents points d'un circuit, les mêmes considérations subsistent. Il faut, de plus, y ajouter

celle-ci, c'est que non seulement il peut naître des courants de circulation à l'intérieur d'un relais séparé et pouvant produire un chantage ou une déformation. Mais que de tels courants de circulation peuvent suivre des chemins englobant deux quelconques ou plusieurs relais successifs. Comme on l'a remarqué plus haut, le montage type 22 comportant des lignes artificielles d'équilibrage présente un grand avantage sur le type 21 au point de vue du fonctionnement en tandem, à cause du fait que ce qu'il reçoit venant de l'une des deux directions ne produit pas le renvoi d'une grande quantité d'énergie dans la même direction comme c'est le cas avec le montage type 21. Il y a par suite beaucoup moins d'interférence entre les relais successifs avec le montage 22.

Un fonctionnement effectif en tandem exige donc un haut degré d'uniformité électrique et exige aussi que les effets de réflexion entre les relais et la ligne à laquelle ils sont reliés soient aussi réduits que possible, de sorte que chaque relais introduise aussi peu d'irrégularités que possible chez les relais adjacents.

LE CIRCUIT A QUATRE FILS.

Plus haut, nous avons envisagé l'application de relais à des circuits ordinaires où la même paire de fils est employée pour la transmission dans les deux sens. Après la discussion ci-dessus au sujet de l'équilibrage, il est évident que la transmission serait considérablement améliorée si des paires de fils différentes servaient à la transmission est et à la transmission ouest. Un circuit de ce type appelé « circuit à 4 fils » est montré schématiquement fig. 41.

Le terme « quatre fils » ne signifie pas nécessairement que l'on emploie 4 fils, mais que l'on emploie des circuits différents pour la transmission dans un sens et pour la transmission de sens opposé. Chacun de ces circuits peut comprendre une paire de fils ou bien deux (circuit fantôme).

Dans un circuit de ce genre, il y aura des relais à une direc-

tion de chacune des deux branches. Les deux branches doivent être réunies à leurs extrémités, pour être connectées à des circuits à deux fils ou à des lignes d'abonnés. Il y a donc possibilité de courants de circulation parcourant les deux branches du circuit en série. Afin de réduire ces courants au minimum, des

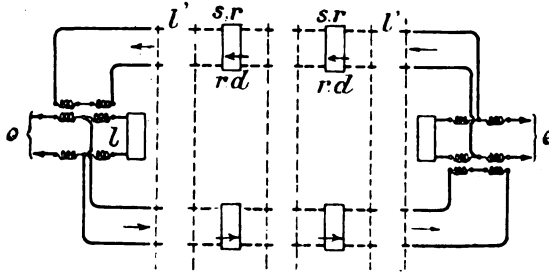


Fig. 41

e, ligne est à 2 fils.
o, ligne ouest à 2 fils.

l, ligne artificielle.
l', ligne.
r. d., relais à une direction.

lignes artificielles d'équilibrage sont employées aux endroits où les quatre fils se relient aux deux fils d'une manière identique au montage type 22. Il faut remarquer que si l'amplification totale des deux branches du circuit à quatre fils prises en série est moindre que l'équivalent de transmission total le circuit ne peut « pas chanter ». Si l'équilibrage aux extrémités est bon, les gains peuvent même être supérieurs aux pertes de transmission sans produire d'amorçage. Toutefois, comme dans le cas d'un fonctionnement à deux fils, une grande déformation peut être introduite dans le circuit par les courants de circulation même quand l'amplification et l'équilibrage ne sont pas de nature à permettre un amorçage.

Des circuits de ce genre emploient évidemment deux fois plus de fils que des circuits ordinaires. Mais ils permettent l'emploi de fils plus petits. C'est alors une question d'économie de savoir si un circuit de ce genre se montre supérieur dans tous les cas pratiques. Pour un fonctionnement à longs câbles et pour d'autres cas spéciaux, il existe certaines conditions où nous trouvons à ces circuits à 4 fils un domaine d'emploi.

DIFFÉRENTES MÉTHODES D'EMPLOI DES RELAIS TÉLÉPHONIQUES.

Dans le fonctionnement pratique des relais, il y a deux méthodes pour les relier aux lignes qui sont entrés dans l'usage courant. Ce sont :

- a) Relais embrochés ;
- b) Relais d'intercommunication.

Le relais embroché est un relais associé à une ligne particulière et inséré directement dans la ligne. Les téléphonistes n'ont donc aucune action sur lui. Il est généralement établi pour donner une amplification définie, qui dépend des caractéristiques de la ligne.

Le relais d'intercommunication est monté dans un dicorde d'intercommunication et commandé par une téléphoniste. Les deux extrémités du relais se présentent généralement devant l'opérateur, comme deux fiches qu'elle peut enfoncer dans les jacks de n'importe quel circuit aboutissant devant elle, et en état de servir à l'exploitation avec relais téléphonique. Elle règle en général l'amplification donnée par le relais suivant la paire de circuits reliés ensemble.

Quand les circuits qui peuvent être raccordés à travers un relais d'intercommunication, ont des caractéristiques très différentes, de sorte que la même ligne artificielle d'équilibrage n'a pas une action satisfaisante avec tous, des dispositions diverses sont employées de façon que des lignes d'équilibrage convenables soient connectées en même temps que les circuits à relier. La disposition la plus habituelle pour y parvenir consiste à avoir un jack dans le standard immédiatement au-dessous de chaque jack de circuit. Cet extra-jack est relié à une ligne artificielle correspondant à un circuit associé. Le cordon-relais est alors terminé par des fiches doubles permettant de prendre la ligne actuelle et la ligne artificielle simultanément.

RÉSULTATS PRATIQUES OBTENUS.

Comme on l'a déjà remarqué, le bénéfice qu'on peut obtenir dans un cas pratique quelconque dépend presque complètement du degré d'uniformité électrique qu'il est possible commercialement de maintenir dans les circuits téléphoniques auxquels sont reliés les relais, puisque nous pouvons obtenir pratiquement des amplifications aussi grandes que nous voulons.

Nous avons déjà indiqué la grande répercussion que la condition de l'uniformité électrique a eue sur la construction des bobines de charges et sur la manière de les employer. A peu près tout ce qui dans la construction de lignes aériennes en fil nu et de câbles et dans l'équipement des bureaux affecte les caractéristiques électriques des circuits a subi de quelque manière les exigences des relais. Non seulement dans le devis et la construction, mais aussi dans le fonctionnement et l'entretien quotidiens de circuits contenant des relais, on doit avoir ces conditions constamment à l'esprit.

Actuellement, plus de 1.000

Ann. des P., T. et T., 1920-I (9^e année).

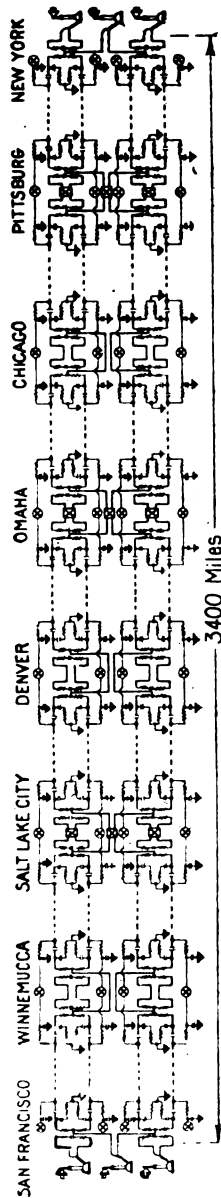


Fig. 42. — Circuit de New-York à San Francisco exploité simultanément au télégraphe et au téléphone. (Schéma simplifié.)

Les deux circuits procurent trois communications téléphoniques simultanées entre New-York et San Francisco et en même temps quatre liaisons télégraphiques dans chaque direction. — ☒ Relais téléphoniques. — X Appareils télégraphiques. — Ligne aérienne en fil de cuivre n° 8 B. W. G. — Bobines de charge des circuits bifilaires 0 μ , 25. — Bobines de charge des circuits quadrifilaires : 0 μ , 15. — Distance entre deux bobines successives : 8 miles.

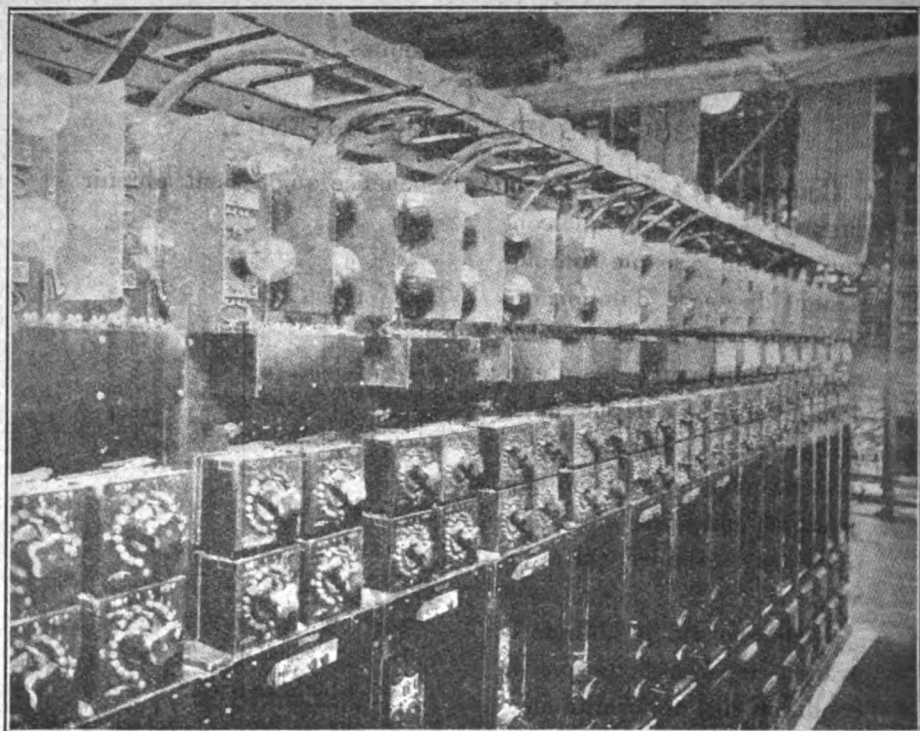


Fig. 43.

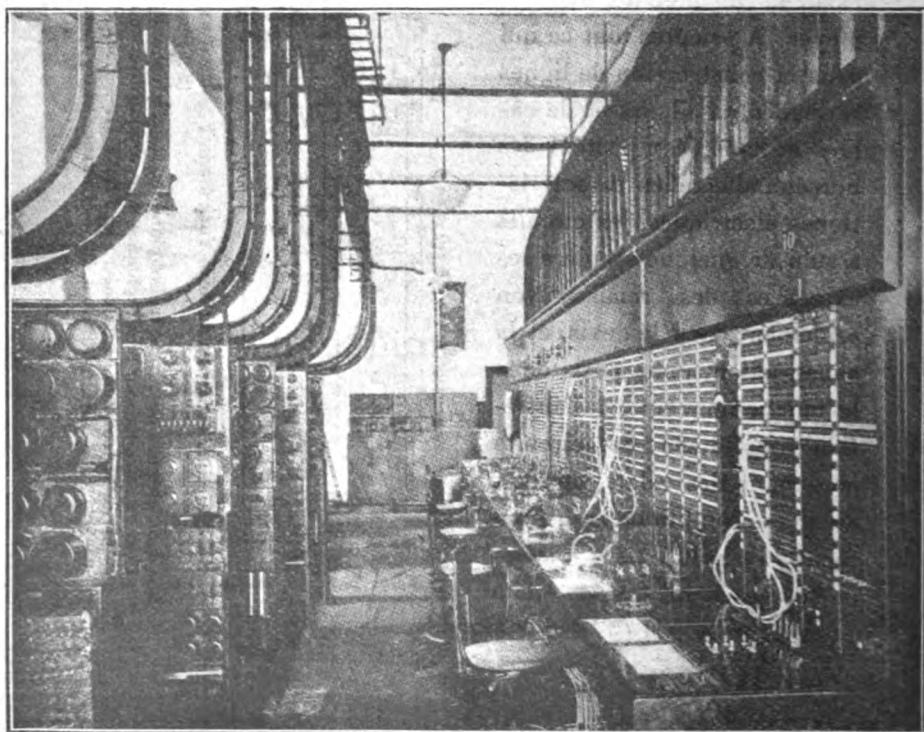


Fig. 44.

relais téléphoniques sont en service dans le réseau américain. Nous allons maintenant décrire un certain nombre de circuits pourvus normalement de relais et indiquer les résultats que l'on obtient sur ces circuits.

LIGNE TRANSCONTINENTALE.

Le circuit sur lequel la transmission a lieu entre les villes situées le long de la côte de l'Atlantique et les villes de la côte du Pacifique est figuré schématiquement sur la fig. 42. Primitivement, il y avait trois relais employés dans ce circuit et situés à Pittsburg, Omaha et Salt Lake City. Depuis cette époque, et surtout en vue d'augmenter la souplesse dans l'échange de communications, le nombre a été augmenté jusqu'à 6, placés à Pittsburg, Chicago, Omaha, Denver, Salt Lake City et Winne-mucca. Le bénéfice total n'a été que peu augmenté par ce changement. Le circuit est formé de fil n° 8 B. w. g. en cuivre chargé à intervalles de 8 milles de bobines de $\frac{1}{4}$ de henry chacune. Cela donne un équivalent de transmission de 56 milles de câble standard. Il y a encore une perte de transmission provenant des appareils composites de télégraphie simultanée et d'autres appareils de 7 milles environ, l'équivalent total était donc de 63 milles environ. Il était réduit par les relais à un équivalent total de 21 milles, ce qui fait $\frac{1}{3}$ à peu près de l'équivalent sans relais.

Le dessin montre les points importants de la ligne, indique les positions de relais télégraphiques et téléphoniques, et les appareils composites employés dans la séparation des courants téléphoniques et télégraphiques.

CABLE BOSTON-WASHINGTON.

L'emploi le plus considérable de relais sur câbles fut fait à propos des circuits entre les villes diverses qui sont desservies par la voie du câble souterrain qui va de Boston par Providence Hartford, New-Haven, New-York, Philadelphie et Baltimore

jusqu'à Washington. L'emploi de relais sur câbles de petit diamètre placés dans cette conduite souterraine devint de la plus grande importance durant la guerre en permettant l'augmentation

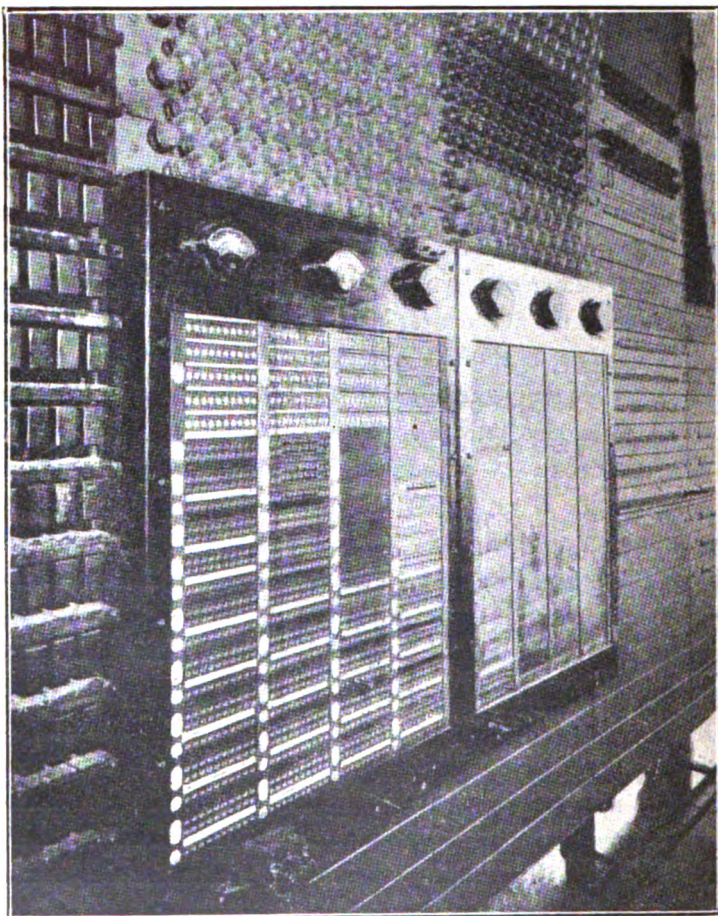


Fig. 45.

formidable des ressources téléphoniques entre les grandes villes le long de la côte de l'Atlantique.

La plupart de ces relais sont placés dans les grandes villes, le long du passage du câble. En deux endroits, cependant, Princeton N. J., et Elkton Md., la nécessité de répétition fut assez grande

pour justifier la construction de bâtiments spéciaux pour la répétition. Il y a maintenant environ 200 relais fonctionnant à Princeton. La capacité extrême du bâtiment sera de plus de 500 relais.

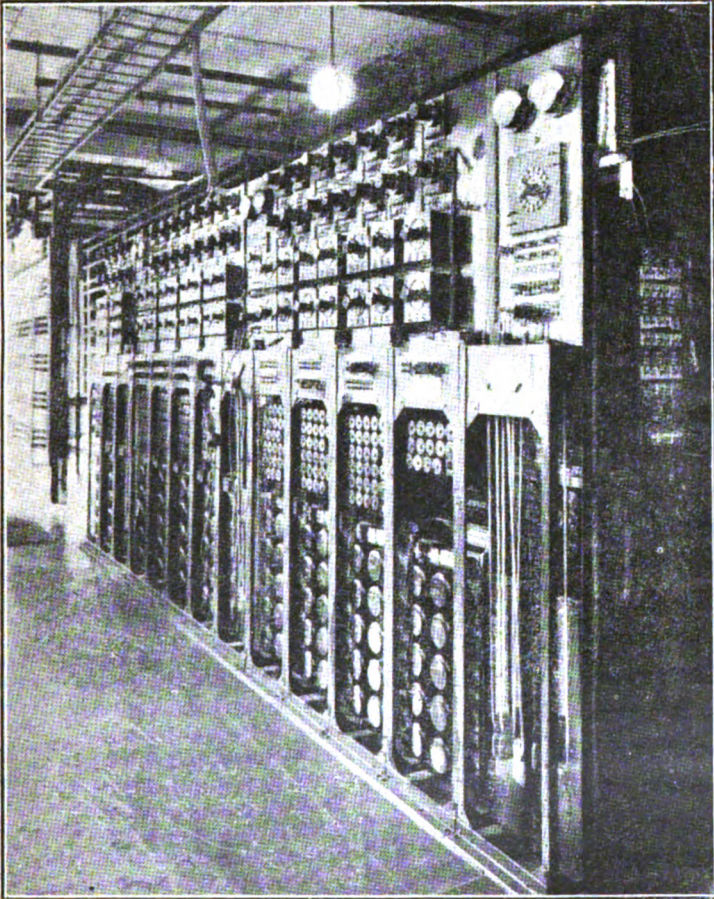


Fig. 46.

La fig. 43 montre un groupe normal de bâtis de relais, chaque bâti contenant deux relais complets. La fig. 44 montre sur la partie gauche du premier au dernier plan une vue de ces bâtis ; sur la droite, on voit le devant d'une table d'essais à l'aide de

laquelle on peut vérifier les différents relais et circuits associés.

La fig. 45 montre le tableau de distribution d'énergie où l'on peut mesurer les courants et les potentiels de fonctionnement des relais.

Les relais qu'on voit dans les photographies précédentes sont du type tube à vide.

La fig. 46 montre une vue de face d'une installation de relais mécanique à Pracidence, R. I. La fig. 47 montre la vue par derrière des bâtis de relais.

Les plus longs circuits en câble installés le long de ce tracé sont ceux de Boston à Washington, distance totale de 455 miles environ. Une artère typique est formée de conducteurs chargés : N° 10 B and S jauge entre Boston et New-York, N° 13 jauge entre New-York et Philadelphie, et N° 10 jauge entre Philadelphie et Washington. Ce circuit a un équivalent de 30 miles environ de câble standard, qui, au moyen de relais à Hartford et Philadelphie est réduit à environ 14,5 miles. Il faudrait remarquer ici que les conducteurs N° 10 B and S jauge sont des conducteurs un peu plus épais que ceux que l'on prendrait maintenant pour cet usage et qu'on les a employés parce qu'ils étaient avantageux ayant été placés avant que l'emploi du relais ait été développé jusqu'au point où il l'est aujourd'hui.

Les circuits électriquement les plus longs, c'est-à-dire ayant le plus grand affaiblissement, qui fonctionnent avec relais le long de cette voie sont les circuits New-York-Washington, composés de câble de conducteurs N° 19 jauge chargé avec des bobines d'une inductance de $1/4$ de henry environ, espacées à des intervalles d'environ 1,16 mile. La distance est environ 225 miles. Ceci donne un équivalent de ligne voisin de 62 miles de câble standard.

Par l'emploi de quatre relais à Princeton, Philadelphie, Elkton et Baltimore l'équivalent est réduit à peu près à 13 miles de câble standard.

Ce dernier circuit emploie des relais type 22. Mais quand il n'y a qu'un relais dans un circuit, le type 21 donne, sous de nom-

breuses conditions, un service satisfaisant. Par exemple, entre New-York et Philadelphie, distance environ 90 miles, un groupe de circuits opère sur conducteur N° 19 jauge, avec un seul relais

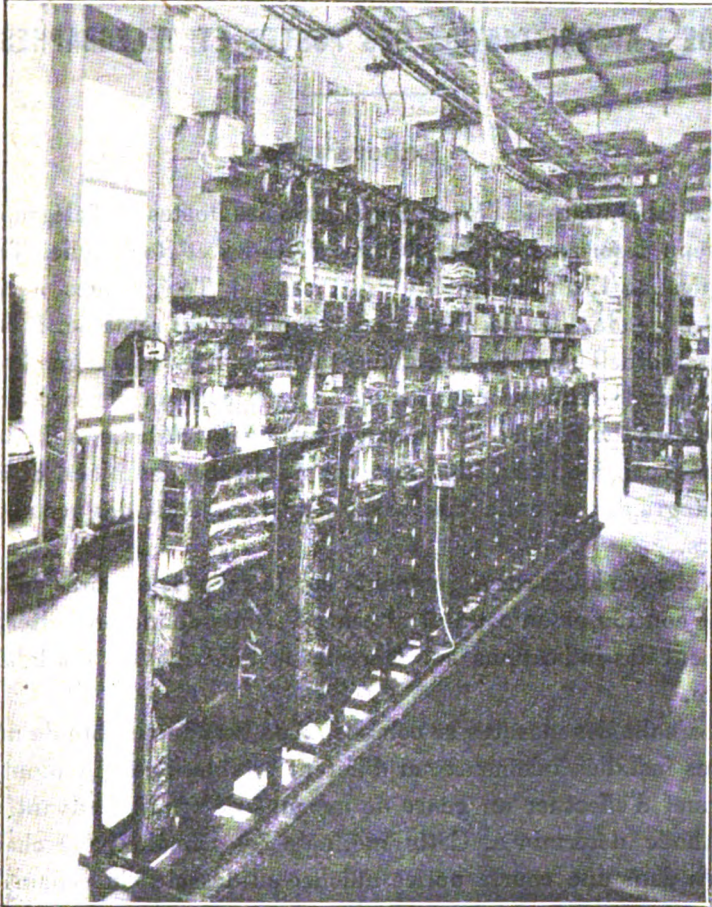


Fig. 47.

type 21 à Princeton. Le circuit sans relais a un équivalent d'environ 54 miles de câbles standard. Le relais le réduit à 14 miles à peu près.

Service d'Études et de Recherches Techniques
DE L'ADMINISTRATION DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

Laboratoire

Le laboratoire de l'École Supérieure des Postes et Télégraphes devenu désormais le « Laboratoire d'Études et Recherches Techniques de l'Administration des Postes et Télégraphes » vient d'être pendant les derniers mois complètement remanié. Il comprend actuellement deux grandes salles pour les essais généraux, une grande salle de mesures en courant continu et en courant alternatif, une salle de mesures spéciales relatives à la téléphonie urbaine, une salle réservée au tirage des bleus et à la photographie et enfin une salle pour l'entretien des accumulateurs.

Voici quelques renseignements sur la salle de mesures en courant continu et en courant alternatif. Nous donnerons ultérieurement des indications sur le reste de l'installation du laboratoire.

La salle des mesures se compose d'un certain nombre de montages installés à demeure sur différentes tables ; chaque montage permet d'effectuer un genre de mesures déterminé suivant une méthode déterminée. Cette méthode est décrite pour chaque table dans une courte notice affichée au-dessous du schéma de montage.

Deux ponts seulement ont été conservés de l'ancien laboratoire :

1° Le pont de Wheatstone pour la mesure des résistances moyennes en courant continu et 2° le pont double de Lord Kelvin pour la mesure en courant continu des résistances faibles et des résistivités. Les installations suivantes sont au contraire nouvelles :

1° Une table de mesure des résistances élevées (résistances d'isolement) en courant continu par la méthode de comparaison au moyen d'un galvanomètre Thomson.

2° Une table de mesure des capacités et des coefficients de self-induction au moyen du galvanomètre balistique.

3° Un pont de Wheatstone à téléphone pour la mesure en courant alternatif à différentes fréquences (en particulier à 800 périodes par seconde) des coefficients de self-induction.

4° Un pont de Wheatstone à téléphone monté suivant le schéma de Wien pour la mesure en courant alternatif à différentes fréquences des capacités de condensateurs aussi bien avec pertes que sans pertes.

5° Un pont à résonance pour la mesure très précise des résistances effectives ainsi que pour la mesure très précise, par une méthode comparative, des self-induction et des capacités en courant alternatif. Ce pont comprend dans une des branches une résistance réglable non inductive et dans l'autre branche l'ensemble d'un self réglable (inductomètre) et d'un condensateur réglable au mica (sans perte). Lorsque les conditions de résonance pour la fréquence d'alimentation de ce pont sont réalisées, l'ensemble self-capacité est équilibré par la résistance non inductive. Ce pont permet également de mesurer les fréquences et d'étalonner les sources de courant alternatif.

6° Un pont à téléphone spécial pour la mesure de l'inductance et de la résistance effective des bobines de charges des circuits téléphoniques (bobines Pupin).

7° Une table permettant la mesure du déséquilibre au point de vue de l'inductance des différentes parties des enroulements d'une bobine Pupin et la mesure du mélange apparent (ou cross talk) entre les enroulements des bobines Pupin destinées à un circuit fantôme et à ses deux combinants.

8° Un pont à téléphone pour la mesure des impédances des lignes (et par suite de leurs constantes et de leur affaiblissement) à différentes fréquences. Le montage de ce pont a été réalisé de telle manière que ses différents organes peuvent être facilement démontés lorsque l'on a à effectuer en dehors du laboratoire des mesures d'impédance de lignes.

9° Une table pour l'étude des caractéristiques statiques des lampes à vide à 3 électrodes.

10° Une table pour la mesure en courant alternatif par la méthode dynamique de Miller, de la constante d'amplification et de l'impédance apparente du circuit filament-plaque des lampes à 3 électrodes.

Le laboratoire dispose, en dehors des ronfleurs, modèle Larsen constitués par un microphone et un récepteur accouplés, de nouvelles sources de courant alternatif pour les mesures : 1° un oscillateur Vreeland constitué par un arc à vapeur de mercure sur lequel agit un circuit composé de deux bobines de self-induction fixes (qu'on peut grouper en série ou en parallèle) et d'un condensateur au mica réglable. Un couplage inductif permet de recueillir telle fraction que l'on veut, de l'énergie oscillante fournie par cet appareil. 2° Un oscillateur à lampes à 3 électrodes. Il comprend une lampe oscillatrice (dont les circuits de grille et de plaque sont couplés inductivement d'après le montage Meissner) et deux lampes amplificatrices successives. Un filtre approprié purifie les oscillations ainsi obtenues.

Emploi de câbles aériens dans les régions libérées.

La reconstruction des réseaux urbains dans les villes de la zone occupée présente souvent de nombreuses difficultés. C'est ainsi que, à Creil, la traversée de l'Oise se présentait comme une opération difficile : le nombre des lignes est assez élevé, le fleuve a 80 mètres de large et il est franchi actuellement par des ponts provisoires, sur lesquels il est impossible de poser des câbles souterrains.

Pour résoudre ces difficultés, le service Extra-Muros de la région de Paris, de concert avec le Service d'Études, a employé une traversée par câble aérien. Le câble employé est du type américain, à 100 paires ; il est porté par un toron de 7 fils de fer de 4 mm. de diamètre.

La traversée se fait par une seule portée, de 80 mètres, à 18 mètres au-dessus du niveau des eaux; la flèche au milieu de la portée est de 3 mètres environ.

Ce câble posé en décembre s'est bien comporté; en particulier il n'a accusé aucun fléchissement pendant la violente tempête de janvier dernier.

COMITÉ TECHNIQUE DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

Tableaux commutateurs multiples du type « extensible »

L'Administration vient de mettre au concours une fourniture de tableaux commutateurs multiples à batterie centrale du type « extensible et à jack locaux multiplés ».

Ces tableaux sont destinés à des bureaux ayant une capacité limite de 1.000 abonnés. Les keyboards sont de trois modèles différents selon qu'il s'agit de desservir une position urbaine, interurbaine ou mixte (voir *Annales des P.T.T.*, année 1918, page 637).

Ils offriront le moyen de procéder à des installations téléphoniques modernes d'un type uniforme et d'une importance proportionnelle à toute époque à celle du service à assurer.

A cet effet, le concours a porté sur la fourniture de :

50 groupes mixtes complets,

50 groupes urbains complets,

120 groupes interurbains complets,

50 keyboards de groupes urbains,

25 bâtis de relais d'appel et de coupure d'une capacité de 1.000 lignes d'abonnés et 80 circuits interurbains chacun.

Ce matériel devra être livré dans un délai d'un an et les conditions du concours stipulent en outre, que le soumissionnaire auquel la fourniture a été attribuée doit faire l'abandon gratuit de ses modèles à l'État (ensemble et organes) de sorte que l'Administration possédera un type administratif de multiple à batterie centrale pour bureau de moyenne importance.

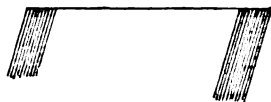
..

Voici quelques renseignements sur l'équipement et le fonctionnement du modèle qui a été choisi par le Comité Technique.

Chaque keyboard avec ses paires de cordons, ses clés, ses signaux lumineux, ses translateurs, ses relais, etc... est contenu dans un châssis métallique roulant sur galets afin qu'on puisse par simple substitution de keyboard transformer un groupe d'un genre déterminé en un groupe d'un autre genre (par exemple un groupe mixte en groupe urbain).

Les jacks de lignes d'abonnés sont multiplés sur tous les groupes. Une réglette de lampe est placée au-dessus de chaque réglette de jacks de sorte qu'un jack sera à volonté jack local ou jack général selon que l'on placera ou que l'on ne placera pas de lampe dans la douille située au-dessus de lui. Sur les groupes interurbains, les jacks d'abonnés seront toujours des jacks généraux.

Le câblage entre les groupes sera réalisé au moyen d'un seul type de tronçons de câble à 20 quartes, d'une longueur uniforme égale à la largeur de deux groupes et terminé à ses extrémités par des peignes de grande longueur.



Les relais d'appel et de coupure des lignes d'abonnés et ceux des circuits interurbains seront sur un bâti spécial, extérieur au meuble.

Groupes urbains. — L'appel de l'abonné demandé se produit automatiquement par l'enfoncement de la fiche. L'abonné demandeur entend le courant d'appel du demandé.

L'alimentation des postes des deux abonnés correspondants se fait sous 48 volts, le dicorde est à translateur, les enroulements de supervision sont complètement en dehors du circuit de conversation.

Le courant dans le 3^e fil du dicorde est de 90 millis pendant l'appel et de 30 millis pendant la conversation.

Groupes interurbains ou mixtes. — La fiche de réponse de chaque dicorde peut convenir aussi bien à un jack d'abonné qu'à un jack de circuit interurbain. Les relais de coupure d'appel d'abonnés ont une résistance de 30 ohms, les relais de coupure

d'appel des circuits interurbains ont une résistance de 380 ohms. Grâce à cette différence, le courant dans le 3^e fil du dicorde est de 37 millis lorsque la fiche est dans un jack interurbain et de 80 millis quand elle est dans un jack d'abonnés. Dans le premier cas le « relais de sélection » reste au repos, dans le second cas le « relais de sélection » fonctionne. Le dicorde s'approprie ainsi automatiquement à la nature des jacks à desservir. Quand on relie deux circuits interurbains, ils sont reliés en métallique direct, quand on relie un circuit et un abonné ou bien deux abonnés, un translateur est intercalé dans le dicorde et il est alimenté par la batterie centrale d'un seul côté ou des deux côtés s'il y a lieu.

Dans chaque groupe il y a deux dicordes spéciaux qui permettent d'avoir un translateur intercalé pour effectuer les intercommunications entre circuits interurbains qui seraient fritureux.

Les lampes des dicordes interurbains ou mixtes jouent indifféremment, selon le cas, le rôle de lampe de supervision urbaine ou de lampe de fin de conversation interurbaine.

Les opératrices peuvent prendre sur les dicordes la position d'« écoute » et la position de « surveillance ». Dans cette dernière position, le poste d'opératrice est en dérivation sur le dicorde à travers deux selfs de 1.000 ohms chacune afin d'affaiblir aussi peu que possible la communication en cours.

Dimensions. — Les groupes auront une largeur de 0 m. 625. La table du keyboard est à 0 m. 80 du sol et le jack le plus élevé à 1 m. 26.

COMPTE RENDU DES PÉRIODIQUES

Revue française, par M. TAFFIN, Inspecteur des Postes et Télégraphes.
— Revue étrangère, par MM. HAMEL et REYNAUT-BONIN, Ingénieurs des Postes et Télégraphes.

PÉRIODIQUES EN LANGUE FRANÇAISE

L'emploi des audions ou lampes à trois électrodes pendant la guerre (*R. G. E.*, décembre 1919). — Dans la revue *Jahrbuch der drahtlose Telegraphie und Telephonie* (Band 14, Heft 4, septembre 1919), M. Ludwig KUN publie, sur les lampes à trois électrodes, un article qui débute ainsi :

« La guerre éclatant d'une façon inattendue en 1914, a longtemps gêné et paralysé dans l'étude des appareils à cathode incandescentes, les efforts des professeurs et ingénieurs allemands ainsi que l'activité des recherches dans les laboratoires privés ou industriels. Cela, parce que les besoins de la guerre obligeaient à s'adresser uniquement et exclusivement aux procédés entièrement au point et éprouvés. On ne pouvait donc s'attacher qu'au transmetteur à étincelles. Le générateur d'oscillations à lampes était encore trop inconnu et surtout trop peu éprouvé. De plus, par suite d'opinions plus ou moins bien fondées, il donnait maintes raisons de scepticisme.

« Les résultats obtenus à cette époque furent bientôt utilisés dans un autre pays, sans doute en Amérique, et amenés avec une rapidité sans exemple à un état de perfectionnement très avancé de sorte que des transmetteurs à lampes pratiquement utilisables furent employés d'abord sur le front du côté ennemi. Cette dernière circonstance aurait suffi pour relever dans ce domaine, en Allemagne, l'activité peut-être non complètement brisée mais cependant fortement diminuée et pour créer avec les émetteurs à lampes un système sans fil de transmission des nouvelles pourvu de tous les perfectionnements techniques. »

L'auteur ajoute ensuite que depuis la guerre l'Allemagne a rattrapé le temps perdu et est revenue à hauteur de l'Amérique.

Nous avons en effet constaté pendant toute la guerre, le retard très notable que nos ennemis avaient eu sans cesse sur nous pour tout ce qui concernait la mise en service d'applications scientifiques diverses aux besoins militaires et notamment de procédés nouveaux pour les « communications ». En particulier, *aucun* poste transmetteur à lampes n'était employé sur le front allemand au moment de l'armistice. L'aveu de M. Ludwig Kuhn ne nous surprend donc pas, il nous cause même une certaine satisfaction.

Toutefois, les compliments qu'il adresse à cette occasion aux techniciens de l'Entente se trompent d'adresse. S'il faut rendre, en effet, un sincère hommage à la grande valeur des travaux sur les lampes à trois électrodes qui ont été faits en Amérique et en Angleterre, il convient également d'observer que c'est en France qu'ont été réalisées pendant la guerre, pour satisfaire aux besoins militaires, toutes les premières applications pratiques des lampes à trois électrodes à un grand nombre de problèmes relatifs « aux communications » et en particulier à la constitution des postes transmetteurs dont parle l'auteur allemand. C'est d'ailleurs par milliers que nos petits transmetteurs à lampes, amplificateurs, etc., furent livrés à nos alliés et associés.

Tout le mérite de l'avance qu'a prise et conservée pendant toute la guerre la technique française dans cette spécialité revient au personnel de valeur exceptionnelle réuni dans les Services d'études de la Radiotélégraphie militaire à Paris, aux très habiles officiers et hommes de troupe qui étaient chargés de mettre en œuvre aux Armées le matériel nouvellement créé, de fournir aux services d'études des indications sur les perfectionnements à rechercher, et d'adapter les méthodes d'emploi de ce matériel aux divers besoins militaires, ainsi qu'aux industriels qui ont donné aux spécialistes militaires leur précieuse collaboration et qui ont construit avec une rapidité remarquable les milliers d'appareils nécessaires aux Armées.

Les spécialistes de la Marine ont également apporté une importante contribution à ces travaux.

Il n'y a pas lieu de rappeler ici les noms des physiciens, ingénieurs, industriels et officiers de carrière, qui ont bien servi leur pays en prenant part à l'œuvre de guerre de la Radiotélégraphie militaire, mais il paraît utile de donner un historique sommaire des principaux travaux accomplis par eux.

Lampes à trois électrodes. — Le type de lampes à trois électrodes, désigné à l'étranger sous le nom de « lampe française », a été établi dès les premiers mois de la guerre. La construction du modèle définitif en très grandes séries fut organisée en 1915-1916. D'autres types de lampes à trois électrodes (lampes à faible consommation, lampes puissantes, etc.), furent réalisés ensuite.

Les premières théories des lampes furent données en 1915 et 1916 dans des mémoires inédits.

Amplificateurs divers. — Dans le courant de l'année 1915, furent créés un grand nombre de modèles d'amplificateurs de basse ou de haute fréquence, avec liaisons par transformateurs ou par résistances, ou par selfs-induction. Certains de ces appareils furent mis aussitôt en service et ont été conservés, d'autres furent progressivement améliorés pendant les années suivantes et ont été amenés peu à peu à un très haut degré de perfectionnement. Il est possible, par exemple, d'entendre d'une manière lisible, à certaines heures, les émissions américaines en employant comme collecteur d'ondes une simple bobine carrée de 50 cm. de côté associée à un appareil amplificateur convenablement choisi et établi.

La marine française fut la première à utiliser certains de ces amplificateurs à l'écoute de la télégraphie sans fil à très grande distance, à bord de sous-marins entièrement immergés.

Transmetteurs à lampes. — Un premier modèle de poste transmetteur de télégraphie sans fil avec lampes, fut établi, pour avions, en 1915. Il était alimenté avec du courant alternatif fourni par une magnéto.

En janvier 1916, furent faits les premiers essais pratiques d'un poste de téléphonie sans fil, par lampes, pour la liaison d'un avion à la terre. Un certain nombre de postes de ce modèle furent aussitôt envoyés aux Armées.

Ce type de poste reçut peu à peu de nombreux perfectionnements.
Ann. des P., T. et T., 1920-I (9^e année).

ments et plusieurs modèles différents, établis pour la télégraphie ou la téléphonie sans fil, furent créés successivement dans le courant de 1916 pour les divers usages militaires à terre et dans les airs.

En janvier 1917, l'emploi de ce genre d'appareils fut généralisé et la distribution de plusieurs milliers de petits postes pouvant servir à volonté pour la télégraphie ou la téléphonie sans fil, émission et réception, jusqu'à des portées de 300 km., fut faite dans nos Armées. Ce matériel rendit d'énormes services, notamment en 1917 et 1918.

Un type de poste, relativement puissant, à grosses lampes, fut créé en 1916-1917, et mis en service notamment à l'aérodrome du Bourget, pour transmettre par téléphonie sans fil, jusqu'à une distance de 100 km. les ordres et renseignements aux avions de la défense de Paris.

Récepteurs sur avions. — Il n'est pas sans intérêt de signaler en particulier que le premier récepteur à lampes sur avions a été réalisé en 1915 et expérimenté aussitôt avec succès. Un certain nombre de ces appareils furent envoyés aux Armées dès le début de 1916. D'autres modèles de récepteurs sur avions furent également établis pour diverses gammes de longueurs d'onde.

Il avait été créé d'autre part à la fin de 1915 un type spécial d'appareil permettant la réception « à la vue » des signaux de télégraphie sans fil basé sur l'emploi d'une sorte d'électromètre capillaire.

Radiogoniométrie avec un seul cadre mobile. — Le principe de la radiogoniométrie avec un seul cadre mobile avait été donné en France dès 1901. Ce procédé, longuement expérimenté avant 1914, ne put devenir vraiment pratique qu'après la création des amplificateurs à lampes. Les premières expériences de ce genre furent faites dans les premiers mois de 1916 (1), au fort de Saint-Cyr, à terre et à bord de dirigeables. L'emploi des radiogoniomètres à un seul cadre

(1) Un grand cadre fixe associé à un amplificateur avait déjà été mis en service courant avec succès au fort de Palaiseau, dès novembre 1915, pour l'écoute des émissions américaines. Cette installation est encore en service à l'heure actuelle.

mobile ne tarda pas à se généraliser aux Armées où il rendit des services considérables.

La marine française fut encore la première à appliquer ces radiogoniomètres à la navigation.

Télégraphie par le sol (T. P. S.) et surprise de communications téléphoniques à distance. — Ce procédé de communication militaire à courte distance a été également appliqué pour la première fois en France pendant la guerre. Les études de début furent faites à l'Observatoire de Meudon, en juin 1915, et les premiers appareils permettant de réaliser la T. P. S. et la surprise de communications téléphoniques, furent envoyés aux armées et expérimentés sur le front en octobre de la même année. Des perfectionnements furent apportés peu après à ce premier modèle, et près de 10.000 postes de T. P. S. furent construits pour les Armées.

Citons aussi la télégraphie sans fil à basse fréquence ou T. P. A., créée en 1917, au moyen de cadres fermés, par exemple pour communications de navires à faible distance.

Mesures. — La multiplication des postes de télégraphie sans fil et l'emploi d'ondes entretenues dans toutes les gammes de longueurs d'onde, rendit nécessaire le développement des appareils de mesure et le perfectionnement des méthodes. Il fut créé, de toutes pièces, un important service de construction, de comparaison et d'étalonnage d'ondemètres, de modèles variés, qui fut d'une utilité considérable.

Une méthode nouvelle, très élégante et très précise, fut imaginée en 1917 pour étalonner les ondemètres en valeur absolue. Grâce à cette méthode « du multivibrateur », l'exactitude de l'étalonnage est théoriquement sans limites.

Un service de mesure des longueurs d'ondes employées par les postes européens et américains, basée sur la méthode du multivibrateur, avec l'appoint d'une méthode de zéro, fut installé dans un laboratoire des Invalides. La précision des résultats atteint au moins le millième, pour les grandes ondes notamment. Des ondes de diverses longueurs, exactement étalonnées, sont périodiquement envoyées par les grands postes de Paris et de Lyon et par le petit poste d'Issy-les-Moulineaux, pour permettre à tous les opérateurs

qui le désirent et qui entendent ces émissions, de vérifier l'étalonnage de leurs contrôleurs d'onde.

Il convient de citer aussi un oscillographe de haute fréquence, qui permet d'obtenir sur une plaque photographique un tracé extrêmement net d'oscillations ayant une fréquence de l'ordre du million par seconde, et d'analyser exactement les courants produits par les diverses espèces de générateurs d'oscillations électriques.

Grands postes, etc. — D'autres travaux ont été faits par le personnel de la radiotélégraphie militaire sur le matériel et les éléments des grands postes de télégraphie sans fil et sur d'autres sujets encore, mais la présente note est déjà trop longue pour qu'il soit possible d'en parler avec quelques détails; bornons-nous à signaler : la réalisation de puissants arcs de haute fréquence, à la Tour Eiffel et à la Doua (Lyon) ; la création, par l'industrie française, de modèles spéciaux d'alternateurs de haute fréquence, alimentant directement l'antenne et ayant un rendement global supérieur à celui des autres procédés d'émission; l'établissement de systèmes spéciaux de récepteurs radiotélégraphiques atténuant considérablement les perturbations électriques naturelles, etc..., etc...

Quelques publications détaillées ont déjà été faites au sujet de ces travaux par leurs auteurs, d'autres suivront qui seront relatives; non seulement à ces derniers, mais aussi à diverses questions importantes qui ont été mises à l'étude depuis la fin de la guerre. — Général FERRIÉ.

Il est regrettable que certains de nos amis anglais et américains, dans des ouvrages qui font autorité en la matière, oublient parfois de mentionner la part importante prise par les savants français dans les travaux intéressant cette branche de la science, comme dans toutes les autres d'ailleurs. Cette injustice, qu'on veut croire involontaire, a été une cause de surprise, non seulement pour le public français, mais même pour les compatriotes des auteurs. On peut en juger par la note suivante, relative au récent ouvrage de M. J. A. Fleming sur la T. S. F., et qui a paru dans la Radio Review de décembre 1919, sous la signature B. S. Gossling :

En ce qui concerne la période de guerre, à laquelle est consacré

un seul chapitre supplémentaire; l'heure n'est pas encore venue de faire de l'histoire; c'est sans doute pour cela que quelques compatriotes de l'auteur sont seuls désignés comme ayant contribué pour le compte de la C^{ie} MARCONI au développement des appareils. Pour la même raison, sans doute, on n'a pas parlé des travaux français sur les lampes et leurs circuits; parmi tant d'excellentes illustrations photographiques il n'en existe pas une seule de la lampe « Française » connue plus tard sous le nom de lampe « R », qui fut employée par centaines de mille par nos troupes et qui, en conséquence, sera considérée par la majorité des lecteurs comme l'objet de ce travail dès qu'ils en auront vu le titre. C'est à ceux-ci que l'omission semblera inexcusable.

Une interdiction officielle de décrire dans un article des objets aussi familiers semble inconcevable, et en réalité le capitaine TURNER a été autorisé à publier une description suffisante des lampes dans un papier lu devant l'Institution of electrical Engineers et cela à une date antérieure à l'apparition de ce livre (7 juillet 1919).

La Vie technique et industrielle. — Sous ce titre paraît depuis quelques mois, chez l'éditeur Ch. BÉRANGER, une revue mensuelle qui ne fait double emploi avec aucune autre : elle ne s'occupe que de technique, c'est-à-dire de sciences appliquées à l'industrie, et non pas de sciences pures; mais elle s'occupe de *toute* la technique, de toutes les branches de l'activité industrielle : aussi bien de l'agriculture que de l'électricité, aussi bien des industries textiles que des industries chimiques. Et dans chacune de ces spécialités elle apporte non pas d'insignifiants articles de vulgarisation, mais des études destinées à documenter utilement sur les sujets traités. Une *Revue des revues* très développée ajoute encore à l'intérêt de cette publication, que d'abondantes figures et une présentation très claire et très artistique rendent d'une lecture attrayante.

PÉRIODIQUES EN LANGUES ÉTRANGÈRES

Câble téléphonique sous-marin à 96 fils (*Telegraph and Telephone Age*, décembre 1919). — L'augmentation considérable du

tralic, conséquence de la guerre, a rendu nécessaire la construction de nouveaux circuits téléphoniques entre Seattle (1) et l'arsenal de la marine américaine situé à Bremerton (Washington). Ces communications ont été réalisées au moyen d'un câble téléphonique sous-marin posé à travers le détroit de Puget (2).

La longueur du câble est de 18.000 pieds (5 km. 500 environ); son poids total est de 81 tonnes anglaises (82.300 kgs), soit environ 13 kgs au mètre. Il est formé de 24 quadrilles de fils de cuivre n° 16 (1.291 mm. de diamètre) sous papier renfermés dans une enveloppe de plomb épaisse d'un quart de pouce environ (1 pouce = 2 cm. 53); cette enveloppe, protégée par une couche de jute, est recouverte par une armature formée de 24 fils d'acier du calibre n° 4 (5,89 mm.) enroulés en hélice; l'armature est elle-même recouverte de deux couches de jute; le diamètre extérieur du câble est de 2 pouces 3/8 (6 cm. environ).

Les deux points d'atterrissage, Alki Point et Restauration Point sont distants à vol d'oiseau de 15.460 pieds (4 km. 712), la profondeur est de 800 pieds (environ 240 mètres) sur la plus grande partie de la ligne.

Il n'existe pas d'autre câble sous-marin de longueur et de poids comparable à celui du détroit de Puget; le problème de pose était rendu particulièrement difficile en raison de ces particularités.

La pose a été effectuée comme suit :

Les bobines de câble étaient placées sur des péniches entraînées par des remorqueurs. Deux remorqueurs étaient employés, ils pouvaient fournir une puissance totale de 700 chevaux; la péniche portant la bobine de câble avait une longueur de 110 pieds (33 m. 50) et une largeur de 40 pieds (12 m. 20), les organes de pose comprenaient un frein, un petit cheval (machine à vapeur auxiliaire), une poulie de déroulement et une glissière destinée à supporter le câble entre la bobine et la poulie.

Le petit cheval permettait de faire passer le câble des trois bobines

(1) Seattle, ville de 300.000 habitants, sur un golfe de la côte nord du Pacifique, près de la frontière canadienne.

(2) Détroit séparant deux îles placées au fond du golfe.

placées sur les remorqueurs sur la grosse bobine placée sur la péniche ; cette bobine avait une longueur de 9 pieds (2 m. 70), un diamètre de 12 pieds (3 m. 65) ; elle était construite de façon à résister aux à-coups qui pouvaient se produire pendant les opérations, et elle était placée sur un axe très robuste reposant sur une charpente massive.

La bobine dont on disposait avait servi antérieurement à poser des câbles dans des eaux moins profondes ; elle était munie d'un frein à ruban semblable à ceux employés sur les automobiles mais de dimensions beaucoup plus importantes. Il s'engrenait sur la roue au moyen d'un arbre à pignon. On avait calculé que la tension nécessaire pour poser le câble à 240 m. de profondeur était d'environ 10 tonnes et pour obtenir ce résultat, il fut nécessaire d'aménager deux autres freins à collier et un frein électrique.

Le frein électrique était constitué par un générateur de 100 chevaux entraîné par la bobine au moyen d'engrenages. L'énergie électrique produite par le générateur était dissipée par l'échauffement de résistances en fer. Le courant d'excitation du générateur était fourni par une batterie d'accumulateurs et on employait, pour régulariser le mouvement, des appareils semblables à ceux des usines génératrices des réseaux de tramways : la plus grande partie de la puissance absorbée par le frein électrique et les freins à main servait à faire l'appoint. La puissance absorbée par ces derniers freins était cependant très importante car la bobine de câble produisait jusqu'à 200 chevaux ; il fut nécessaire de les refroidir à l'aide d'un jet d'eau.

La poulie de déroulement était en fer profilé et d'une construction très robuste ; des rouleaux en fer guidaient le câble dans sa descente vers la mer.

Pour connaître la longueur de câble posée à un moment quelconque on disposait d'une roue en bois ayant une circonférence de 10 pieds (3 m.) et qui tournait à mesure que le câble passait dessus. Un contact électrique était placé sur la roue, ce contact électrique enregistrait les tours de roue, chaque tour représentant 10 pieds de câble dévidé.

Après avoir trouvé le moyen de dérouler le câble sous une ten-

sion convenable et de mesurer la longueur posée, on a résolu de la façon suivante, le problème du maintien dans la bonne route et du contrôle du déroulement :

Six bouées furent fixées à des blocs de béton coulés de manière à jalonner la ligne en des points distants de 2.000 pieds (609 mètres). De la côte on repéra l'emplacement exact des bouées. On dressa ensuite une table indiquant combien il fallait avoir déroulé de milles de câble lorsque la péniche passait une bouée, en tenant compte de la profondeur et de la flèche prise par le câble pendant la pose ; il suffisait par conséquent de comparer l'indication du compteur au chiffre porté par le câble pour savoir si la pose s'effectuait avec une tension convenable.

Au jour fixé, le départ se fit juste avant la pleine mer de façon que la péniche pût accoster et on s'arrangea de manière à effectuer la plus grande partie de la traversée pendant que la mer était étale. La pose s'effectua exactement en 45 minutes, mais malheureusement par suite d'un défaut de fabrication, il fut nécessaire de relever le câble pour le réparer et de le poser à nouveau.

Les épissures ont été faites d'une manière spéciale de façon à reporter l'attraction sur l'armature et à diminuer le volume du raccord ; en particulier la soudure de l'armature fut faite à 1 m. 50 de celle des fils conducteurs.

Pour permettre de vérifier l'état électrique des conducteurs pendant la pose du câble on avait sorti un certain nombre d'entre eux à chaque extrémité ; du côté de la bobine on les avait arrêtés sur des bagues montées sur l'arbre ; des balais frottant sur ces bagues assuraient la communication électrique. D'autres conducteurs, montés d'une façon analogue ont permis de conserver une liaison avec la côte ; il fut même possible de causer avec San Francisco pendant toute la durée de l'opération de pose.

Relations téléphoniques entre l'Allemagne et la Suède

(*T. F. T.*, décembre 1919). — Le 1^{er} décembre dernier les relations téléphoniques entre l'Allemagne et la Suède ont été établies au moyen d'un câble posé entre Stralsund (côté allemand) et Malmö (côté suédois).

Le nouveau câble possède une longueur de 139 km.; il a été fabriqué par la maison Felten et Guillaume de Mulheim (Rhin) et mis en place par les « Nord-deutsche Seekabelwerken ». Il est formé de 4 conducteurs en cuivre composés chacun de 7 fils d'un diamètre de 0 mm. 8 (surface de la section 3 mm²). Chacun des 4 conducteurs est enveloppé d'une couche de fil de fer recuit de 0 mm. 3, puis de plusieurs couches de papier jusqu'à ce que l'ensemble ait un diamètre de 5 mm. 8. Les 4 conducteurs sont ensuite revêtus de papier et de bandes de mousseline, jusqu'à ce que l'âme du câble ait 15 mm. 5, et d'une gaine de plomb (sans alliage d'étain) de 1 mm. 6. On entoure ensuite le câble sous plomb d'une double couche de papier goudronné et de jute compound. L'ensemble est entouré d'une armature épaisse de 5 mm., formée de 22 fils, en fer galvanisé et goudronnés. Le câble ainsi armé est enfin entouré de jute compound jusqu'à ce qu'il atteigne un diamètre de 40 mm. Un mètre du câble prêt à être posé pèse 7 kgs. On mit le câble en place par tronçons dont certains avaient jusqu'à 70 km. de longueur.

Deux conducteurs de cuivre en diagonale forment une ligne double de sorte que les plans sont perpendiculaires l'un à l'autre. Les caractéristiques électriques sont les suivantes :

$$\left. \begin{array}{l} R = 11 \text{ ohms } 3 \\ L = 7 \text{ m H } 4 \text{ } 58 \\ G = 2 \text{ } \mu \text{ S } 3 \\ C = 0 \text{ } \mu \text{ Fo } 374 \end{array} \right\} \text{ pour } \omega = 5.000$$

$$\beta \text{ circuit combinant} = \left\{ \begin{array}{ll} 0,0112 & \text{pour } \omega = 3.000 \\ 0,0122 & \text{pour } \omega = 5.000 \\ 0,0131 & \text{pour } \omega = 7.000 \end{array} \right.$$

$$\beta \text{ circuit combiné} = \left\{ \begin{array}{ll} 0,0122 & \text{pour } \omega = 3.000 \\ 0,0142 & \text{pour } \omega = 5.000 \\ 0,0163 & \text{pour } \omega = 7.000 \end{array} \right.$$

$$\begin{array}{l} \text{L'impédance } z \text{ circuit combinant} = 459 \text{ } xe^{-8,40i} \text{ pour } \omega = 5.000 \\ \text{» } z \text{ circuit combiné} = 209 \text{ } xe^{-7,70i} \text{ » } \omega = 5.000 \end{array}$$

Le mélange de conversation de circuit combinant à circuit combinant correspond à ce que serait une audition à travers un affaiblissement $\beta l = 8,0$, et, entre les circuits combinant et le circuit combiné, il atteint les valeurs correspondant à $\beta l = 5,0$ ou $\beta l = 6,0$.

Du côté allemand, le câble est souterrain depuis la côte jusqu'au bureau télégraphique de Stralsund; du côté suédois, le câble est réuni à deux lignes aériennes en cuivre de 3 mm., longues de 25 km., dont les fils sont transposés suivant le système suédois, c'est-à-dire de poteau en poteau et en forme de pas de vis (les rotations sont supprimées sur certains appuis pour protéger le combiné contre les phénomènes d'induction) et dont deux fils diamétralement opposés constituent une ligne double. Les lignes arrivent au Central téléphonique de Malmö dans un câble urbain sous papier, long de 2 km. 700, dont les fils de cuivre ont un diamètre de 1 mm. 5 et sont disposés comme dans le câble sous-marin, mais sans inductance renforcée. L'amortissement des deux lignes principales Stralsund-Malmö atteint 2,1, y compris les translateurs toroïdaux qu'on y a placés pour pouvoir utiliser le câble en duplex. L'amortissement du combiné, qui est muni d'un translateur approprié et qui permet la transmission simultanée de communications télégraphiques, est de 2,3, translateur inclus.

A Stralsund et à Malmö, on a disposé 3 amplificateurs intermédiaires avec 2 tubes cathodiques et lignes artificielles pour permettre l'utilisation des circuits principaux et du combiné à des fins téléphoniques. Comme amplificateurs, on s'est servi des tubes cathodiques Siemens Mc, qui peuvent être chauffés à l'aide d'un courant de 2 amp. 1, avec une tension de 4 v. et qui sont actionnés par une tension anodique de 220 v. Avec un bon équilibre, la valeur de l'amplification s'élève à 2,2. Pour réduire la déformation de la parole due au câble, les translateurs des amplificateurs sont calculés de telle façon que les fréquences les plus élevées ($\omega = 10.000$) soient davantage amplifiées que les basses.

Pour les amplificateurs intermédiaires, il faut veiller en outre à la parfaite symétrie des deux moitiés de la bobine de la grille.

On utilise les amplificateurs de Stralsund pour le trafic des villes allemandes avec Malmö et sa banlieue. Pour les liaisons avec le reste de la Suède, on a également recours aux amplificateurs de Malmö. Pour la construction des lignes artificielles, on a tenu le plus grand compte de la constitution exacte des circuits du câble sous-marin, de façon à ce que l'équilibre des lignes aériennes raccor-

dées (qu'il n'est pas toujours facile de réaliser), soit sans influence réelle sur le nombre représentant l'amplification obtenue. De cette façon, il est possible d'atteindre la valeur maxima de 2,2 (aux amplificateurs de Malmö) après branchement des grandes lignes. Le degré d'amplification des amplificateurs de Stralsund est légèrement moindre (environ 1,4) parce que la valeur de l'amortissement des lignes allant vers Berlin, Hambourg, Stettin, Lübeck, etc., atteint $\beta l = 1$, et parce que ces lignes ont dû être allongées par des circuits artificiels en H. C'est ce qui se produit également à Malmö sur les lignes plus courtes qui relient cette ville à Helsingborg, Halmstad, Lund, Ystad, Hesselholm, etc.

Les lignes artificielles sont déterminées d'une manière précise et ne sont pas modifiées en service normal. L'employée chargée des amplificateurs, se contente de connecter les lignes réelles et les lignes artificielles avec l'amplificateur, de faire fonctionner ce dernier et d'éliminer tout sifflement éventuel en affaiblissant l'amplificateur.

Grâce aux deux amplificateurs installés à Malmö et à Stralsund, il a été possible d'obtenir un service satisfaisant avec toutes les villes suédoises jusqu'à la latitude de Stockholm. La valeur de l'amortissement entre Berlin et Stockholm atteignait 5,0 ; au moyen des deux amplificateurs il fut possible de l'abaisser à 1,5. De même, on obtint, entre Christiania et Berlin, une audition au moins aussi bonne qu'entre Berlin et Stockholm, grâce aux deux amplificateurs.

L'ingénieur des télégraphes Hopfer se propose de revenir, dans un article spécial, sur les particularités détaillées des installations faites à Malmö et Stralsund.

Téléphonie et télégraphie multiples à l'aide des courants alternatifs rapides (*T. F. T.*, juin 1919). — *Considérations historiques.* — Les tentatives en vue d'échanger en même temps, sur un même conducteur, plusieurs communications (télégrammes ou conversations) à l'aide des courants alternatifs rapides sont anciennes. L'idée fondamentale du procédé consiste à remplacer dans le transmetteur la source de courant continu par une source

de courant alternatif, de telle sorte que la durée de la période soit courte comparativement à celle des fluctuations de l'intensité du courant qui caractérisent le signal à transmettre (fig. 1).

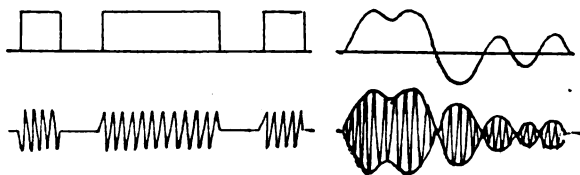


Fig. 1. — A gauche : signal Morse; à droite : un signal de conversation. En haut, la transmission a lieu à l'aide d'un courant continu, dans la forme habituelle; en bas, à l'aide d'un courant alternatif rapide.

La possibilité d'une transmission simultanée s'obtient en accordant sur une des fréquences utilisées, soit par un procédé électrique, soit par un procédé acoustique, chaque appareil récepteur, de telle sorte que seule la nouvelle transmise avec cette fréquence soit perçue dans le récepteur.

Le premier essai de transmission simultanée à l'aide des courants alternatifs est dû à Mercadier. Il employait comme récepteur un écouteur téléphonique spécial. Le procédé n'a pu passer dans le domaine pratique.

Pour transmettre simultanément plusieurs conversations, on a proposé l'utilisation de courants alternatifs dont la fréquence dépasse les limites de l'audition. Le premier qui les ait employés réellement fut le physicien berlinois, E. Ruhmer, en 1909. Comme source de courant alternatif, il utilisait des lampes à arc Poulsen; pour la réception, il se servait de circuits accordés comme en T. S. F. Il réussit à émettre trois conversations sur un court conducteur d'essai.

Un progrès fut marqué par l'essai qu'il effectua en 1911, à Washington, sur un câble téléphonique de 11 km., l'Américain G. O. Squier. La génératrice employée était un alternateur Alexanderson donnant des fréquences allant de 20.000 à 100.000 par seconde. A l'aide des courants émis par cette machine, il réussit à échanger une communication aussi bien sur une ligne à simple fil avec retour par la terre que sur une ligne à deux fils. Mais, comme il ne disposait

que d'une seule machine à haute fréquence, il ne put parler que dans un sens. On remarqua que cette conversation n'avait aucune influence sur une autre échangée sur le même fil à l'aide des installations ordinaires.

Depuis 1912, le Service d'Études et de Recherches des Télégraphes s'est occupé de la téléphonie et de la télégraphie à haute fréquence sur conducteurs. Lors des premiers essais, ce fut une lampe à arc Poulsen qui servit de génératrice. Pour commencer, on put échanger simultanément deux conversations sur un circuit d'essai, en laboratoire : l'une avec le téléphone ordinaire, l'autre avec l'installation à haute fréquence. Ce dernier dispositif ne convenait guère, au point de vue pratique surtout, parce que la lampe à arc, en tant que producteur d'oscillations, a un rendement insuffisant et exige une surveillance continuelle. En conséquence, au cours des essais suivants, l'arc fut remplacé par un alternateur. Les 3^e et 5^e harmoniques d'un alternateur à 6.400 périodes furent renforcés par résonance et l'on obtint ainsi des fréquences de 19.000 à 32.000 périodes par seconde. Les essais eurent lieu sur différentes longueurs de câble sous papier. Jusqu'à 13 km. 1/2, l'audition fut possible ; au delà, pas. Pour la transformation des courants de haute fréquence en courants de conversation, on se servait d'un tube de Lieben, monté en audion. Les essais continuèrent pendant la guerre. Depuis 1917, on se servit de lampes à vide à trois électrodes pour l'émission et la réception des courants alternatifs rapides et pour le renforcement des courants de conversation. Les premiers essais furent tentés sur un conducteur unifilaire. Ils montrèrent que les courants à haute fréquence induisaient considérablement les conducteurs voisins et qu'ils s'amortissaient fortement. C'est pourquoi, à partir de ce moment, on n'employa pour les essais que des lignes à double fil. A l'aide d'une puissance oscillatoire d'environ 1 watt et de fréquences allant de 100.000 à 1.000.000 par seconde (longueur d'onde de 3.000 m. à 300 m.), on put franchir jusqu'à 100 km. sur des fils aériens de 3 mm.

Durant l'été et l'automne 1918, sur le désir exprimé par l'Inspection de la Télégraphie militaire, le Service d'Études et de Recherches techniques des Télégraphes a fait des essais analogues qui ont été menés à bonne fin par MM. Fassbender et Habann.

Ces travaux conduisirent à la réalisation d'un appareil simple, maniable et approprié aux besoins des armées en campagne. La figure 2 indique les connexions : M est le microphone ; F, l'écouteur pour la réception de la conversation transmise à l'aide des courants alternatifs rapides.

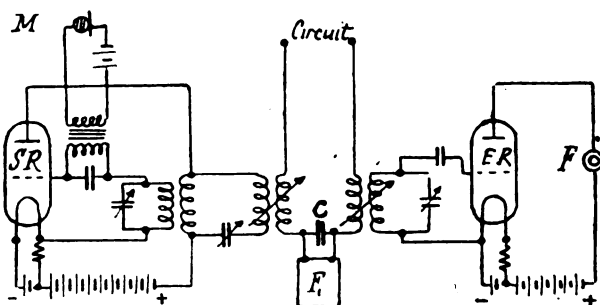


Fig. 2. — Installation de téléphonie à courants alternatifs rapides, système Fassbender et Habann.

Le tube S. R. monté, comme l'a indiqué Meissner, émet des oscillations ; le tube de réception E. R. est monté en audion normal ; aux bornes du condensateur C, on peut intercaler dans le circuit un appareil téléphonique F, qui pourra servir à une conversation ordinaire supplémentaire. Les tubes à vide employés à l'émission et à la réception sont des petits tubes d'amplificateurs de T. S. F. utilisant 0,6 a. de courant de chauffage et 90 v. de tension à l'anode ; l'émetteur donne une énergie oscillatoire d'environ 0,05 watt. Avec une longueur d'onde de 600 à 700 m., ce dispositif a permis d'atteindre une portée de 50 km. sur un conducteur aérien de 3 mm. Par la suite, Fassbender et Habann ont inventé aussi des appareils pour télégraphier à l'aide des courants à haute fréquence ; il en sera parlé plus loin.

Lorsque, après la fin des opérations militaires, on put utiliser, pour d'autres fins, les forces qui jusque là étaient restées à la disposition de la Guerre, le Service d'Études et de Recherches techniques des Télégraphes reprit, avec des moyens renforcés, ses travaux dans le champ de la Téléphonie multiple à haute fréquence. Tout bien considéré, d'après le développement des éléments scientifiques et

techniques du procédé, l'heure était venue de les utiliser pratiquement.

Entre temps, on réussit également en Amérique à rendre pratiques la télégraphie et la téléphonie multiples à haute fréquence, ainsi que cela ressort d'une courte notice parue dans l'« *Electrician* » de Londres (1919, pages 127/128). Bien que rien de précis ne résulte de cette publication, il ressort des indications qui y sont fournies, qu'on employa en Amérique les mêmes procédés que chez nous.

II. *L'amortissement des courants alternatifs rapides sur les conducteurs.* — On emploie pour le calcul de l'amortissement la formule connue :

$$\beta = \frac{R}{2Z} + \frac{GZ}{2} \quad (1)$$

où l'on désigne par R la résistance en ohms du conducteur, par C la perditanee, par Z l'impédance. On calcule cette dernière d'après la formule :

$$Z = \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (2)$$

où L est la self et C la capacité du conducteur par unité de longueur. Les valeurs de L et C pour les courants à haute fréquence ne sont pas sensiblement différentes de leurs valeurs en basse fréquence. Par contre, la résistance des conducteurs est sensiblement plus grande, dans les fils de sections ordinaires, pour les courants alternatifs que pour les courants continus. Cette cause est due au phénomène désigné sous le nom d'effet de surface (« *skin effect* »), parce que, avec les courants à haute fréquence, la surface extérieure seule des fils assure la propagation. La figure 3 montre comment croît la résistance des fils de cuivre de différents diamètres parcourus par un courant de l'espèce. Pour le calcul de cet accroissement de résistance, on se sert des formules suivantes (1) :

(1) D'après J. Zenneck, *Oscillations électromagnétiques* (Stuttgart, 1903), p. 403 et 992.

Déterminons d'abord la grandeur :

$$K = \pi \sqrt{\frac{\mu 10^{-5}}{\sigma}} \quad (3)$$

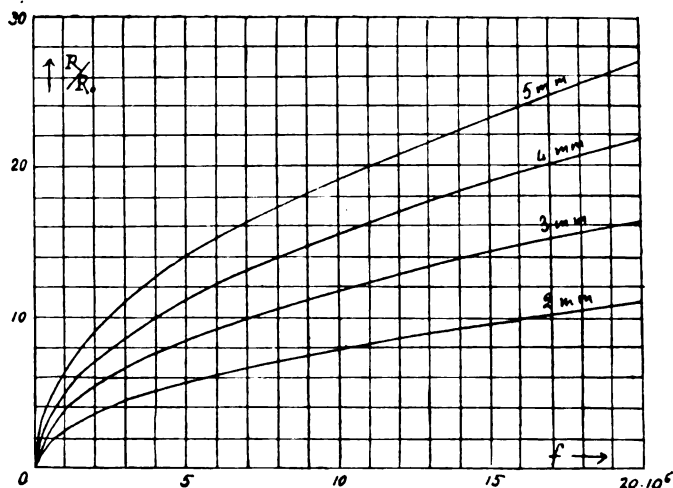


Fig. 3. — Accroissement de résistance de lignes en cuivre de différentes sections en haute fréquence.

où μ est la perméabilité magnétique ; σ , la résistance spécifique en ohms pour un fil de 1 m. de long et de 1 mm² de section. Dans les fils de cuivre, $\mu = 1$ et $\sigma = 0,0175$, d'où $K = 0,0752$.

Calculons maintenant la grandeur :

$$x = r k \sqrt{f} \quad (4)$$

où r = rayon du fil en centimètres, f = la fréquence du courant alternatif. Ceci posé, on obtient le rapport entre la résistance R et la résistance R_0 en courant continu, à l'aide des formules suivantes :

1° si x est inférieur à 0.8 :

$$\frac{R}{R_0} = 1 + \frac{x^4}{4} - \frac{4}{45} x^8 \quad (5a)$$

2° si x est compris entre 1,5 et 10 :

$$\frac{R}{R_0} = 0,997 x + 0,277 \quad (5b)$$

3° si x est supérieur à 2 :

$$\frac{R}{R_0} = x + \frac{1}{4} + \frac{3}{64x} \quad (5c)$$

Les valeurs de $\frac{R}{R_0}$ pour x compris entre 0,8 et 1,5 (intervalle non envisagé par les formules précédentes) se déduisent de la figure 4.

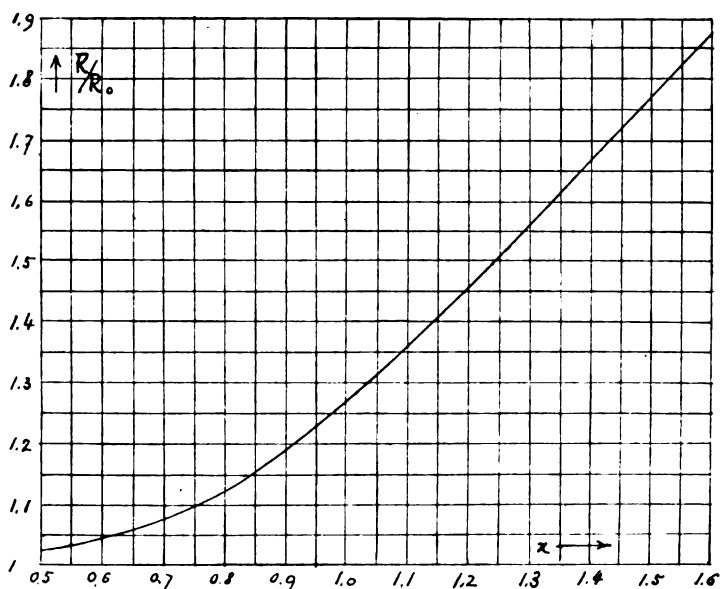


Fig. 4. — Accroissement de résistance de fils cylindriques lorsqu'on passe de la basse à la haute fréquence.

On trouve dans le tableau 1 ci-après les valeurs de la résistance en ohms par kilomètre pour des lignes en cuivre à double fil.

• Des mesures d'amortissement effectuées sur des lignes aériennes de différentes longueurs et de différentes sections ont prouvé qu'on peut calculer l'amortissement de ces lignes, à l'aide de l'équation (1), pour des courants de haute fréquence, si l'on donne à L ou à C la valeur qu'ont ces coefficients en basse fréquence, R ayant la valeur résultant des formules précédentes. L'amortissement dû à la perte est négligeable dans le cas des lignes aériennes, à côté de celui dû à la résistance.

Les choses se passent autrement avec les câbles. Avec eux, les mesures donnent de fortes valeurs pour la perditance : cela tient aux pertes diélectriques qui sont très appréciables dans le cas de la

TABLEAU I

f fréquence	Longueurs d'onde en mètres	Diamètres de fil				
		0,8 mm.	2 mm.	3 mm.	4 mm.	5 mm.
50.10 ⁴	600	2,40	5,58	8,23	10,88	13,53
37,5	800	2,11	4,87	7,08	9,47	11,76
30	1.000	1,92	4,38	6,44	8,49	10,53
20	1.500	1,605	3,63	5,30	6,98	8,65
15	2.000	1,32	3,18	4,63	6,08	7,54
10	3.000	1,22	2,64	3,83	5,01	6,20
7,15	4.000	1,13	2,33	3,36	4,38	5,41
6	5.000	1,086	2,11	3,03	3,95	4,86
5	6.000	1,063	1,95	2,79	3,63	4,46
3,75	8.000	1,04	1,73	2,46	3,18	3,91
3	10.000	1,025	1,56	2,22	2,87	3,52
2,5	12.000		1,44	2,05	2,64	3,24
2	15.000		1,32	1,87	2,400	2,93
1,5	20.000		1,20	1,65	1,872	2,575
1	30.000		1,09	1,38	1,776	2,15
0,75	40.000		1,06	1,24	1,575	1,90

haute fréquence. Au cours de différents essais sur des câbles sous papier parcourus par des courants à haute fréquence, on a mesuré les pertes diélectriques dans le cas où la longueur d'onde variait de 20 km. à 1 km. (fréquence de 15.000 à 300.000 périodes par seconde). Le tableau II ci-après, indique dans la deuxième colonne les valeurs mesurées du déphasage $\text{tg} \delta$ que la perte introduit dans l'effet capacité. Dans la troisième colonne figurent les valeurs de la perte qu'on en a déduites pour un câble de lignes d'abonnés composé de fils de cuivre de 0,8 mm. Les colonnes suivantes mentionnent les valeurs du terme introduit par la perte dans l'expression de l'amortissement; la résistance du conducteur, calculée en tenant compte de l'effet de surface; les valeurs du terme introduit par la résistance dans l'expression de l'amortissement; enfin l'amortissement total. Ces valeurs calculées concordent avec celles mesurées directement sur un fragment de câble long de 2 km. 24.

TABLEAU II

f fréquence	Logueurs d'onde en km.	tgδ déphasage dû aux pertes diélectriques.	C Perdittance en μ S/Km.	CZ 2	R Résistance effective en ohms/Km	R 2Z	β Amortisse- ment total.
$1,5 \times 10^4$	20	5×10^{-3}	20,4	0,0018	70	0,194	0,196
3×10^4	10	7×10^{-3}	47,5	0,0043	71,8	0,199	0,203
5×10^4	5	9×10^{-3}	122	0,0110	75,6	0,210	0,221
10×10^4	3	11×10^{-3}	250	0,0225	85,4	0,237	0,260
20×10^4	1,5	35×10^{-3}	1580	0,142	112,2	0,312	0,454
30×10^4	1	50×10^{-3}	3390	0,305	143,3	0,373	0,678

Les lignes et câbles munis de bobines Pupin sont inutilisables pour l'échange des communications à l'aide des courants alternatifs rapides, parce que ces conducteurs sont infranchissables pour des courants dont la fréquence est supérieure à la fréquence propre de ces lignes.

III. *Essais de Téléphonie multiple.* — Les essais de téléphonie multiple ont été conduits en collaboration avec la « Gesellschaft für Drahtlose Telegraphie ». Ils eurent lieu entre Berlin et Hanovre sur un circuit téléphonique aérien en fil de Cu de 3 mm. et long de 300 km. Le but qu'on se proposait était d'expérimenter le nouveau procédé sur un conducteur plus long, de l'essayer au point de vue pratique, d'apprendre à connaître ses avantages et ses inconvénients et d'obtenir une base pour le développement ultérieur de la question. L'expérience acquise au cours d'essais précédents et les résultats des mesures de l'affaiblissement montraient clairement qu'il fallait réaliser des oscillations plus lentes et augmenter la puissance d'émission. Aussi, les essais furent-ils entrepris à l'aide d'un tube émetteur donnant 10 watts d'énergie oscillatoire et avec des fréquences portées à 15.000 par seconde (20 km. de longueur d'onde). Par ce moyen, on réussit à franchir la distance de 300 km. La méthode actuellement employée nécessite, pour chaque communication à haute fréquence, un transmetteur à haute fréquence et un

récepteur à chaque extrémité du conducteur; donc pour n conversations, $2n$ transmetteurs et autant de récepteurs. Chaque transmetteur a une fréquence déterminée.

Pour essayer à fond le nouveau procédé, il parut avantageux de monter des installations pour la transmission simultanée de deux conversations à haute fréquence seulement, en outre de la conversation ordinaire. Avec cette disposition, on eut l'occasion d'apprendre à connaître les difficultés qui se rencontrent dans la manipulation des nouveaux appareils mis en jeu. Finalement, on triompha de ces difficultés très réelles. D'après les résultats atteints jusqu'ici, il n'y aurait aucune impossibilité de principe à échanger sur le même conducteur de nouvelles conversations en sus des trois déjà engagées. Leur nombre dépendra surtout des longueurs d'ondes qui pourront être employées.

Chaque fois que l'on se servira du nouveau procédé, il ne faudra point perdre de vue le principe suivant : *Les montages des appareils nécessaires à la téléphonie par courants alternatifs rapides sont à installer exclusivement dans un central. L'abonné doit pouvoir parler avec l'appareil dont il dispose déjà et être relié au central dans la forme ordinaire.* Les types proposés d'appareillage pour la téléphonie par courants alternatifs rapides n'ont permis jusqu'ici qu'imparfaitement ou pas du tout la réalisation de cette condition. Pour des raisons économiques, elle est cependant fondamentale si l'on veut rendre pratique ce nouveau mode de communication.

La fig. 5 montre l'installation des appareils à l'extrémité de la ligne. Pour plus de simplification et de clarté, on n'a dessiné, en outre du dispositif servant à une communication ordinaire, que l'installation nécessaire à une seule communication à l'aide des courants alternatifs. Pour les autres, on n'a qu'à les imaginer aménagés tout comme la première en dérivation sur le circuit téléphonique.

F_1 représente le dispositif de conversation habituel. Les bobines de self D et le condensateur C empêchent les courants de haute fréquence de pénétrer en F_1 . A la vérité, l'abonné en F_1 ne serait pas gêné par les courants alternatifs rapides, car ils ne sont pas perceptibles dans les appareils ordinaires. Mais par contre, les courants à haute fréquence seraient influencés par le microphone de F_1 ; et,

par suite, la conversation partie de F_1 serait reçue dans tous les récepteurs à haute fréquence. C'était le cas avant l'introduction des bobines de self et du condensateur.

F_2 (fig. 5) est le poste de l'abonné dont la conversation est transmise au moyen des courants alternatifs rapides. Les courants de con-

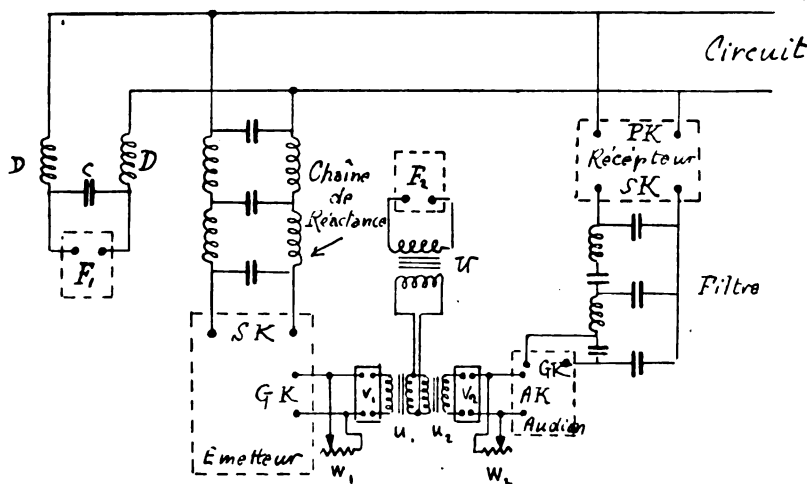


Fig. 5. — Schéma d'ensemble des appareils montés en bout de ligne pour conversation ordinaire et une conversation à courants alternatifs.

versation partant de F_2 , agissent par l'intermédiaire du transformateur U sur les enroulements primaires de deux transformateurs U_1 et U_2 montés en quantité (ou en série). U_1 n'agit ici que comme shunt (ou résistance intercalée dans le circuit). Dans ce cas, le courant de conversation en U_1 agit à travers l'amplificateur V_1 sur le circuit de grille GK du tube émetteur. Par conséquent, l'intensité des oscillations produites dans ce dernier variera sous l'action des courants de conversation. Les courants alternatifs rapides ainsi influencés passeront du circuit secondaire accordé SK du transmetteur sur le fil. Pour empêcher l'influence des courants de réception sur l'amplificateur d'émission, ce qui conduirait parfois à la mise en résonance de l'amplificateur à basse fréquence, on peut, s'il est nécessaire, recourir à un montage en pont, ou différentiel comme dans l'amplificateur à 4 fils.

Entre le transmetteur et le fil de ligne est intercalée une « chaîne de réactance ». C'est un conducteur en chapelet de la même espèce qu'une ligne artificielle (fig. 6). Il est calculé de telle façon que la fréquence propre de la cellule :

$$f_0 = \frac{1}{\pi \sqrt{L C}} \quad (6)$$

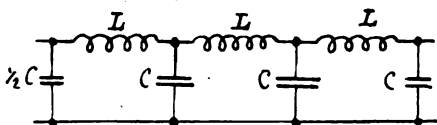


Fig. 6. — Chaîne de réactance.

soit environ la 1,5 partie de la fréquence d'utilisation du transmetteur considéré. En conséquence, tous les harmoniques du transmetteur supérieurs à la fréquence propre de la chaîne seront étouffés par elle, tandis que l'oscillation propre du transmetteur sera transmise sans amortissement sensible. La chaîne de réactance fait donc disparaître de la courbe d'oscillations tous les harmoniques. Elle est encore utile pour empêcher des troubles d'interférence lorsqu'un des harmoniques d'un transmetteur interfère avec la fréquence fondamentale d'un autre transmetteur.

Les courants de haute fréquence qui arrivent de l'autre extrémité de la ligne agissent sur le circuit primaire P. K. du récepteur accordé (fig. 5 et 8). Partant du secondaire S. K. ils arrivent à travers une autre espèce de ligne artificielle ou « filtre » dont il sera reparlé, au circuit de grille C K de l'audion (fig. 5 et 9). Dans l'audion, les courants de haute fréquence sont retransformés en courant ordinaire de conversation. Celui-ci, après avoir été renforcé en V_1 si cela est nécessaire, arrive à travers les transformateurs U_1 et U_2 chez l'abonné en F_1 .

Une partie des courants de conversation arrivants se ferment sur U_1 et sont perdus pour l'abonné. En donnant aux transformateurs un rapport de transformation déterminé, on peut diminuer l'importance de cette perte.

V_1 et V_2 sont des amplificateurs à lampes à un étage; leur puis-

sance d'amplification peut être abaissée autant qu'il est nécessaire par les shunts W_1 et W_2 .

La figure 7 montre comment est installé l'émetteur. L'émetteur est une grosse lampe à 3 électrodes. La source du courant C est une petite machine à courant continu de 600 volts. Les selfs D_0 et

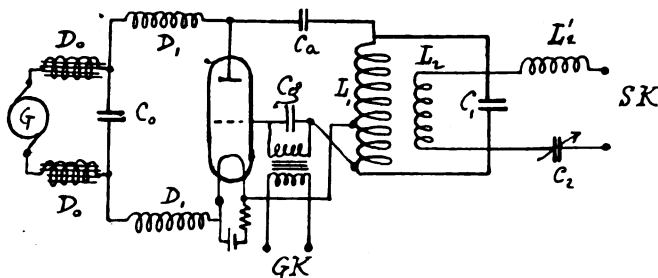


Fig. 7. — Émetteur.

le condensateur C_0 servent à absorber les harmoniques du collecteur. Les selfs D , empêchent les courants à haute fréquence de pénétrer dans le circuit d'alimentation; L, C , est le circuit oscillant principal. Il oscille, grâce au couplage en oudin L_1 du tube à vide. Les courants de conversation sont conduits par $G K$ dans le circuit de grille et produisent dans la tension de la grille des variations correspondantes. Celles-ci déterminent dans le circuit oscillant des fluctuations semblables de l'amplitude du courant. Les courants alternatifs rapides passent au moyen de la bobine L_2 dans le circuit secondaire qui est relié avec la ligne. Le condensateur C_2 sert à l'accord.

Le montage du récepteur accordé est représenté dans la fig. 8.

La figure 9 indique le montage usuel de l'Audion. Les courants alternatifs, qui arrivent en $G K$, agissent à travers le condensateur C sur la grille du tube Audion (tube amplificateur de T. S. F.) avec un chauffage de 0,6 ampères et une tension à l'anode de 90 volts; ils lui communiquent une charge dont

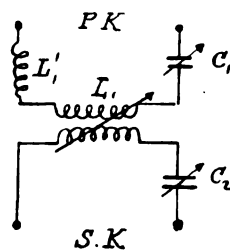


Fig. 8.
Récepteur accordé.

l'importance varie proportionnellement à l'amplitude des courants à haute fréquence. Les fluctuations du potentiel de la grille produi-

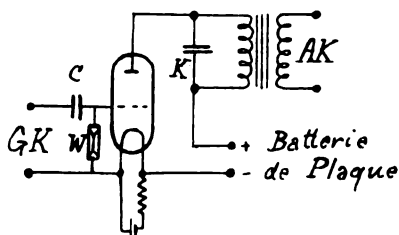


Fig. 9. — Montage du tube Audion.

sent, dans le circuit de l'anode, de semblables variations d'intensité du courant qui, en conséquence, sont exactement conformes aux courants de conversation émis par le correspondant. L'Audion fonctionne ainsi comme un transformateur de fréquence; il

reçoit du transmetteur des courants à haute fréquence et débite un courant de conversation ordinaire. Celui-ci est reçu par le transformateur mis aux bornes du condensateur d'anode K et par A K arrive chez l'abonné local.

La figure 10 représente le « filtre » monté entre le récepteur et l'Audion. Ainsi que des calculs et des essais l'ont démontré (1), ce filtre possède la propriété de ne laisser passer que les courants d'une certaine fréquence et d'arrêter par contre tous les autres.

Les limites de son champ d'action sont :

$$f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L K}} \quad \text{et} \quad f_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L K_1}}$$

où K_1 a pour valeur :

$$K_1 = \frac{K_0 \frac{1}{4} C}{K + \frac{1}{4} C_0}$$

Pratiquement, on choisit C au moins dix fois plus grand que K. Alors, f_1 et f_2 ont des valeurs très voisines; *le filtre agit donc comme un étroit sélectionneur de fréquence*. L'installation de pareils filtres était nécessaire afin d'empêcher que, à côté des courants ayant la fréquence choisie, d'autres courants d'une fréquence différente

(1) On trouve sur ce sujet une publication détaillée dans les « Archives de l'Electrotechnique ». — Titre : Spulen und Kondensatorleitungen.

n'agissent sur la grille de l'Audion. Si l'on néglige cette mesure, on voit se développer dans le circuit de l'anode, des battements (1) dus aux différentes fréquences et dont un certain nombre se trouvent dans les limites de l'audition : ceux-ci sont perçus sous forme de sifflement dans l'écouteur de l'abonné. C'est pourquoi l'emploi du filtre est indispensable, car la sélectivité du récepteur accordé ne va pas jusqu'à étouffer les fréquences indésirables au point qu'il ne se produise aucun son interférentiel. A cause des qualités de tamisage

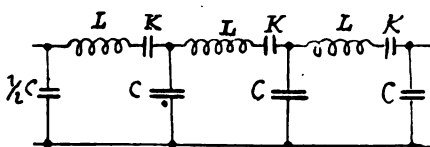


Fig. 10. — Filtre.

remarquables des filtres de l'espèce, ceux-ci peuvent encore servir en remplacement du récepteur accordé. Avec de longues ondes, il est opportun de renoncer tout à fait au récepteur accordé pour des motifs qui ne peuvent être indiqués ici en raison de la brièveté de l'article.

Lors des essais de conversation, on fut gêné par la transmission de la station de T. S. F. de Nauen, toutes les fois que les longueurs d'onde employées approchaient de celles de Nauen.

Comme les ondes électromagnétiques qui émanent des stations radiotélégraphiques produisent un champ électrique notable seulement entre la ligne téléphonique et la terre, et non pas entre les deux fils du circuit, on peut éviter de pareilles perturbations en disposant le montage symétriquement par rapport à la terre aux deux extrémités du conducteur, ou bien en effectuant en chemin, une prise de terre à l'aide de bobines ou de condensateurs dûment calculés et montés. Au reste, ces troubles disparaîtront d'eux-mêmes lorsque cessera la transmission de T. S. F.

On n'a jamais remarqué que les courants alternatifs rapides aient

(1) Le Dr Salinger traitera de la théorie de ce phénomène dans la « Physikal Zeitschrift ».

une influence quelconque sur les appareils téléphoniques ordinaires et les installations des bureaux.

On n'observa non plus aucun mélange de conversations entre les deux communications par courant alternatif. Une propriété agréable et avantageuse du téléphone par courants alternatifs est la suppression des bruits de ligne. Ceux-ci peuvent être assimilés à des courants de fréquence relativement basse, qui n'exercent en consé-

quence aucune influence appréciable sur les récepteurs à haute fréquence. Nous avons obtenu une bonne audition lors des essais sur une ligne de 300 km. alors que la conversation ordinaire n'était plus possible en raison des bruits parasites très forts.

L'induction des courants alternatifs rapides sur les conducteurs voisins est plus grande qu'avec les courants de conversation ordinaires. Le trafic téléphonique et télégraphique ne s'en trouve pas influencé parce que les courants alternatifs ne sont pas perceptibles

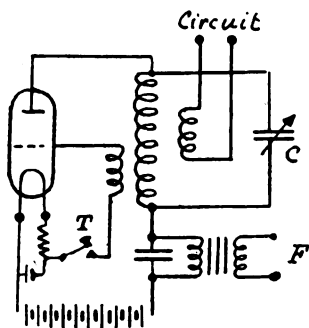


Fig. 11. — Schéma de montage de télégraphie avec courants alternatifs d'après Fassbender et Habann.

dans les appareils ordinaires. La question de l'induction acquiert cependant une importance particulière lorsqu'il s'agit d'écouler le trafic à l'aide des courants alternatifs sur plusieurs fils de la même ligne. L'Administration télégraphique d'empire est en train d'améliorer les réseaux par la construction systématique de croisements et par des modifications d'emplacements, en tenant compte des diverses causes d'induction. L'exécution des mesures ainsi adoptées sera, sans aucun doute, avantageuse pour le trafic à l'aide des courants alternatifs à haute fréquence. On ne peut prévoir encore si elles seront suffisantes. On se livre à des essais pour élucider la question.

V. Essais télégraphiques. — Les essais de télégraphie à l'aide des courants alternatifs à haute fréquence ont été effectués principalement à l'aide d'appareils construits par les « Deutsch Telephon Werke » d'après Fassbender et Habann. Ces appareils travaillent avec des fréquences qui vont de 230.000 à 500.000 (correspondant

à une longueur d'onde de 1.300 à 600 m.). Le montage se voit sur la figure 11. Le manipulateur T se trouve dans le circuit de grille des tubes. L'écouteur est fixé en F. La particularité du procédé consiste en l'emploi d'une sorte d'exploitation américaine à courant de repos. La chose est rendue possible par le fait que chaque transmetteur sert à la fois de récepteur pour le transmetteur correspondant. Les fréquences oscillatoires des deux transmetteurs sont si voisines que l'on entend le son de battement. Il est perceptible dans l'écouteur des appareils, aux deux extrémités du fil.

A la réception, le bureau d'arrivée doit appuyer constamment sur le manipulateur : l'employé du bureau de départ perçoit ses propres signaux. Le préposé du bureau récepteur veut-il couper, il lâche la touche, ce qui fait cesser les signaux également chez l'employé demandeur. Celui-ci doit appuyer alors sur la touche pour entendre l'autre. L'échange des communications se poursuit ainsi de façon très simple.

En utilisant le renforcement considérable des signaux, dû à la réception interférentielle, on atteint actuellement une plus grande portée en télégraphie qu'en téléphonie, pour une même énergie oscillatoire. Avec les appareils de la « Deutsch Telephon Werke » qui possèdent une puissance vibratoire d'environ 0,05 watt, on put franchir 200 km. sur un fil de cuivre aérien de 3 mm. On augmente la portée en utilisant un tube de puissance plus grande et en employant de plus grandes longueurs d'ondes.

L'échange simultané de plusieurs communications télégraphiques sur un conducteur est possible dans les mêmes conditions qu'en téléphonie.

V. Champ d'utilisation du nouveau procédé. Considérations générales. — L'utilisation pratique de l'échange de communications à l'aide des courants alternatifs rapides est à considérer différemment suivant qu'il s'agit de la télégraphie multiple ou de la téléphonie multiple.

En télégraphie, nous utilisons actuellement presque exclusivement des conducteurs à un seul fil avec retour par la terre. Ceux-ci conviennent peu pour le trafic à haute fréquence, avant tout, à cause de la forte induction mutuelle entre des fils disposés parallèlement et

aussi parce qu'ils sont plus exposés que les circuits à double fil aux perturbations extérieures, par exemple à celles causées par la T.S.F. On pourrait assurer une amélioration en groupant par paires les lignes à simple fil existantes.

On doit rejeter les conducteurs en fer, très fréquemment employés par nous à cause du trop grand amortissement qu'y produit l'effet de surface (Skin effect) et aussi, pour la même raison, les grands câbles télégraphiques. C'est pourquoi la plus grande partie du réseau télégraphique actuel ne convient pas à la nouvelle exploitation. En revanche, les circuits téléphoniques aériens se prêtent au mieux à la télégraphie multiple, dans la mesure où ils ne sont pas pupinisés. Sans aucun doute, on utilisera tout d'abord ces circuits pour la téléphonie multiple. En ce qui concerne la télégraphie multiple, on peut disposer du domaine des ondes courtes qui conviennent peu à la téléphonie multiple.

L'introduction de la télégraphie multiple sur les circuits téléphoniques principaux peut servir au soulagement très nécessaire des lignes télégraphiques importantes, tout d'abord là où le nombre et l'état des fils télégraphiques ne permet pas l'installation de nouveaux appareils rapides. En second lieu, la télégraphie multiple rendra d'importants services sur certaines lignes à trafic très variable. Dans ce cas, il ne sera pas la peine d'installer un appareil télégraphique rapide qui nécessite un personnel spécialement exercé: il suffira de prévoir l'utilisation multiple du conducteur au moyen des courants alternatifs rapides et de l'effectuer à l'aide du personnel habituel lorsque l'augmentation passagère du trafic rendra la chose nécessaire.

L'utilisation de la téléphonie multiple, autant que le permettent les développements techniques du procédé, est une nécessité impérieuse. Le trafic téléphonique croît sans cesse. En raison de la situation financière actuelle, l'Empire ne pourra guère construire de nouvelles lignes téléphoniques. D'où la nécessité d'une meilleure utilisation du réseau actuel. Puisqu'on ne peut pas condenser les conversations sur la ligne, comme on comprime un télégramme à l'aide d'un appareil rapide, il ne reste qu'une solution: l'utilisation simultanée d'un circuit pour plusieurs conversations différentes.

Ainsi qu'on l'a vu précédemment, nous avons réussi un essai entre Berlin et Hanovre ; trois conversations simultanées ont été acheminées sur un seul circuit. Avec les dispositifs adoptés, on pourrait transmettre un plus grand nombre de conversations. Nous en estimons provisoirement le nombre à cinq.

La portée dépend de la puissance du transmetteur, de la sensibilité du récepteur et de l'amortissement du conducteur. Nous ne pouvons prévoir encore, jusqu'où il est utile d'élever la puissance du transmetteur. D'après le résultat des essais effectués jusqu'ici, les installations actuellement employées suffisent pour franchir des distances supérieures à 300 km. On prépare des essais sur une plus grande distance. Ce qui a été déjà fait nous permet de voir clair dans l'amortissement des conducteurs traversés par des courants alternatifs à haute fréquence. Il est d'autant plus grand que la fréquence des oscillations est plus élevée. Il s'accroît beaucoup lorsque la fréquence monte au-dessus de 75.000 par seconde, c'est-à-dire si l'onde reste inférieure à 4.000 m., d'où l'on voit qu'il est opportun d'employer en téléphonie multiple des ondes supérieures à 4.000 m. Le domaine des ondes courtes reste à la disposition de la télégraphie. D'un autre côté, il est avantageux d'employer, si possible, des oscillations lentes pour franchir de grandes distances. Il faudra peut-être descendre jusqu'à 4.000 périodes (75 km. de longueur d'onde) ; à cette fréquence, l'amortissement dans un conducteur de 3 mm. n'est pas plus grand que pour des courants de conversation ordinaires. Une oscillation de 4.000 périodes par seconde produirait naturellement dans le téléphone de l'abonné un sifflement gênant. Pour en débarrasser la parole, on peut par exemple employer une ligne artificielle (bobines de Pupin et condensateurs, fig. 6) que l'on monte entre l'appareil récepteur et le branchement vers l'abonné. Si l'on choisit pour la ligne artificielle, une fréquence approchant de celle propre à nos circuits pupinisés ordinaires, on a la garantie que la parole sera bien transmise et que la fréquence élevée sera arrêtée. Au cours d'un essai, nous nous sommes convaincus que l'on pouvait débarrasser ainsi la parole du sifflement, sans en diminuer la clarté.

Un autre moyen pour assurer des liaisons téléphoniques sur de grandes distances, consiste en l'emploi d'amplificateurs intermé-

diaires. Dans ce cas, plusieurs dispositifs s'offrent sur lesquels nous aurons l'occasion de revenir plus tard.

Les résultats obtenus jusqu'ici nous permettent l'espoir d'introduire de plus en plus dans la pratique courante le nouveau procédé de téléphonie et de télégraphie multiple à l'aide des courants alternatifs à haute fréquence. Naturellement, il faudra travailler encore au perfectionnement de certains détails. Si l'on réussit à rendre le procédé plus pratique, on aura réalisé un progrès fondamental.

INFORMATIONS ET VARIÉTÉS

Les chèques postaux. — Le service des chèques postaux a pris, pendant l'année 1919, un grand développement.

Le nombre des titulaires de comptes courants s'est élevé de 9.012 à la fin de 1918, à 41.798 au 31 décembre 1919.

Les opérations effectuées sur les comptes courants pendant cette période se répartissent de la manière suivante :

Versements en espèces : nombre, 2.767.032 ; montant, 3.451.463.279 francs.

Payements en espèces : nombre, 485.757 ; montant, 3.343.498.975 francs.

Virements . (crédit et débit) : nombre, 627.505 ; montant, 8.854.004.668 francs.

Totaux : nombre, 3.880.294 ; montant, 15.648.966.922 francs.

L'avoir disponible aux comptes courants, le 31 décembre dernier, était de 294.229.147 francs, représentant une moyenne de 7.039 francs par compte.

Don au Musée des Postes et Télégraphes. — L'Établissement Central de la Radiotélégraphie Militaire vient de faire don au Musée des Postes et Télégraphes d'un certain nombre d'appareils de T.S.F. utilisés pendant la guerre et qui, par suite des améliorations incessantes apportées au matériel radiotélégraphique, se trouvent aujourd'hui supplantés par de plus perfectionnés.

Rétablissement rapide de lignes détruites accidentellement (1). — Le 18 juin 1917 un ouragan renversait sur une longueur de près de 800 mètres la ligne nord de l'artère de Paris à Rennes près de la halte de Gazeran (Seine-et-Oise). Du passage à

(1) Note remise par M. Faivre, Inspecteur des Postes et Télégraphes.

niveau jusqu'à l'entrée en courbe de la ligne, dans la forêt d'Epéron, tous les poteaux avaient été brisés au niveau du sol, et les traverses fichées en terre dans une position presque verticale. La nouvelle de l'accident fut transmise assez rapidement de cantonnement en cantonnement par les agents de la voie, et le personnel technique accompagné de quelques ouvriers se rendit sur les lieux en automobile ; tout d'abord, quelques fils télégraphiques restés en l'air au bout des traverses furent sommairement remis en état.

En raison des circonstances et de l'importance de certaines communications, le rétablissement immédiat fut décidé en utilisant le matériel de réseau du type Lorain et du fil de bronze de 11/10 pour un raccordement provisoire.

Le 19 juin, à la première heure, deux équipes de six hommes furent dirigées sur le lieu de l'accident, munies de tout le matériel transportable alors que deux autres équipes s'occupaient du chargement au dépôt des poteaux nécessaires au rétablissement définitif.

Grâce à un concours de circonstances favorables, le transport fut effectué très rapidement. Le montage des herse fut aussitôt commencé, les montants furent mis en terre à 50 cm sur un lit de cailloux et haubannés au moyen des fils hors de service attachés à des piquets de fortune. L'assemblage des traverses et la pose des consoles s'opérèrent simultanément ; puis l'on procéda au tirage deux par deux et au raccordement des fils de 11/10. Un opérateur muni d'une boîte-poste portative s'était porté sur un circuit déterminé de la ligne sud et restait en communication permanente avec le service régional, lui indiquant au fur et à mesure les fils et circuits rétablis.

Le 19 au soir, les 54 fils composant la ligne étaient remontés et mis en service. Quant à la réfection définitive de la ligne, elle nécessita le travail assidu de quatre excellentes équipes du 20 au 23 juin.

Il est à noter que l'année précédente, par l'effet du givre et de coups de vent, la ligne sud de la même artère avait été entièrement renversée sur une longueur de 300 mètres en un point voisin du lieu du dernier accident. On avait alors rétabli provisoirement les 45 fils

de ligne au moyen de câbles n° 4-4. Le transport de ce matériel, le déroulage du câble ainsi que la consolidation des appuis têtes de ligne, avaient réclamé le travail de deux équipes de sept hommes pendant trois jours.

Il semble donc que le nouveau mode opératoire présente une supériorité marquée au point de vue de la rapidité pour le rétablissement provisoire des lignes endommagées par un accident.

Elle a le gros avantage d'utiliser un matériel courant généralement disponible dans tous les magasins départementaux pour les besoins journaliers d'entretien et d'extension des réseaux. Ce matériel calibré est peu encombrant, très maniable et facilement transportable même en automobile s'il est nécessaire.

↳ L'emploi du câble provisoire présente en outre divers inconvénients : il faut le tronçonner, d'où multiplication ultérieure des épissures ; son utilisation n'étant qu'accidentelle, sa conservation constitue un encombrement pour les magasins où il finit par se détériorer. Ce matériel d'attente représente donc un capital immobilisé qu'il serait avantageux de réduire.

Radiotéléphonie transatlantique. — Le professeur J.-A. Fleming a fait dernièrement au Collège de l'Université de Londres une conférence publique sur les « Communications radiotéléphoniques à travers l'Atlantique ». Le conférencier termina son exposé en résumant les expériences de communication transatlantique faites récemment par la compagnie Marconi. Ces expériences eurent lieu à Balalybunion (Irlande) ; le poste correspondant était en Nouvelle-Écosse, à une distance de 1.800 miles du premier (2.883 Km, 600). Elles avaient pour but de rechercher quelle intensité devait avoir le courant pour assurer un service régulier, et différaient en cela complètement des expériences de communication entre les États-Unis et la tour Eiffel. C'est pourquoi on échangea des communications durant 10 ou 12 jours, pendant la journée, c'est-à-dire au moment où les phénomènes d'interférence sont le plus gênants. On se servit d'un alternateur de 3 chevaux 1/2 ; l'antenne avait une hauteur de 500 pieds (152m, 35) et la longueur d'onde était de 12.000 pieds

(3 K^m, 6564). Le courant dans l'antenne était de 16 ampères. En utilisant pour la réception un appareil amplificateur du type commercial ordinaire, on reconnut que l'audition était suffisante pour permettre un service régulier.

Le bureau interurbain de Boston. — Si l'on excepte le bureau de l'*American Telephone and Telegraph Company* de New-York, Boston transmet plus de communications que n'importe quel autre bureau des États-Unis et même du monde. Le nombre total des téléphonistes est de 500, dont 50 surveillantes environ. Pour faire face au trafic, on dispose de 640 lignes interurbaines distinctes qui relient Boston directement à 63 centraux interurbains différents, desservis par un nombre variable de circuits (1). On compte 1.000 circuits d'intercommunication pour desservir les bureaux urbains. Ces circuits se multiplient des centaines de fois ; à cette fin, on dispose, au total, d'un million de jacks et de 290 tables ; sur un seul côté du tableau, on trouve 90 tables.

Exploitation téléphonique par la méthode du double appel. — A propos de l'étude sur l'amélioration du réseau téléphonique de Paris par le double appel, parue dans les *Annales des P. T. T.* de décembre 1919, M. Frindel, commis au service téléphonique, a écrit qu'il a fait à l'Administration, dans le courant de l'année 1919, une proposition de même nature dans laquelle il envisageait plus spécialement l'application du système aux centraux suburbains.

Extraits du rapport annuel de l'*American telegraph and telephone Co* pour 1918. — *Postes d'abonnés.* — Leur nombre s'élève à 10.992.325 y compris 3.790.568 postes appartenant aux compagnies indépendantes, soit une augmentation de 516.647 postes dont 346.420 postes exploités par les compagnies

(1) Cela fait une moyenne de 10 circuits par localité. C'est grâce au nombre de circuits entre deux localités que le service interurbain est, en Amérique, presque aussi rapide que le service urbain.

indépendantes. Le 1^{er} janvier 1916, il y avait aux États-Unis un poste téléphonique par dix habitants.

Longueur du réseau téléphonique. — La longueur des lignes interurbaines et locales est de 23.281.150 miles (37.464.980 km.), soit une augmentation de 670.663 miles (1.079.305 km.). Ces chiffres ne comprennent pas les lignes appartenant aux compagnies indépendantes. 94 % des lignes sont en cuivre et 60 % du réseau (13.967.496 miles, soit 22.568.030 km.) est construit en souterrain. La valeur des conduites souterraines est de 115.900.000 dollars (602.680.000 fr.) (1), celle des câbles est de 158.000.000 de dollars (821.600.000 fr.), soit une valeur totale de 273.900.000 dollars (1.424.280.000 fr.) pour l'installation souterraine. Il y a 305.400 miles (491.483.275 km.) de circuits fantômes dans le réseau téléphonique Bell, soit 28.384 miles (45.680 km.) de nouveaux circuits créés dans l'année.

Trafic. — Pendant les sept mois qui précédèrent le contrôle fédéral, la moyenne journalière était de 32.309.500 communications, non compris celles des compagnies indépendantes, ce qui donne une moyenne annuelle totale de 10.750.000.000 et une moyenne approximative de 100 communications par habitant et par an.

Constructions nouvelles. — 77.992.600 dollars (405.197.520 fr.) ont été dépensés en constructions nouvelles; pendant les 18 dernières années, il avait été dépensé 992.571.000 dollars (5.161.369.200 fr.). L'amortissement du matériel a été évalué pour l'année à 54.000.000 de dollars (280.800.000 fr.).

Fonds de secours des employés. — Des sommes s'élevant à 2.917.219 dollars (15.169.538 fr.) ont été versées aux employés ou à leur famille à titre de pensions, secours pour maladies, accidents, décès. Pendant les années 1913 à 1918 inclus, ces dépenses s'étaient élevées à 10.534.544 dollars (54.779.888 fr.).

Finances. — Pendant les sept mois qui précédèrent le contrôle fédéral, l'exploitation du réseau téléphonique Bell a rapporté 182.000.000 de dollars (950.560.000 fr.), soit une augmentation de 13.300.000 dollars (69.160.000 fr.) ou 7, 9 % sur les sept premiers

(1) Le dollar a été compté 5 f. 20, prix moyen d'avant-guerre.

mois de 1917. Sur ces recettes, il a été prélevé 54.123.000 dollars (281.439.600 fr.) pour l'entretien et l'amortissement du matériel, soit une augmentation de 0,4 % sur les sept premiers mois de 1917 ; 48.140.000 dollars (250.328.000 fr.) pour les frais d'exploitation (28,7 % d'augmentation) ; 18.084.000 dollars (91.036.800 fr.) pour les dépenses commerciales (10,4 % d'augmentation) ; 8.899.000 dollars (46.274.800 fr.) pour les frais généraux et les dépenses diverses (12,8 % d'augmentation) ; 13.621.000 dollars (70.829.200 fr.) pour la taxe sur les opérations y compris l'impôt fédéral sur le revenu pour sept mois (27,3 % d'augmentation).

Les revenus nets disponibles pour le paiement des intérêts et des dividendes s'élevèrent à 54.293.016 dollars (282.323.683 fr.).

Sur cette somme, il a été payé 10.391.694 dollars (54.036.808 fr.) d'intérêts et 35.229.698 dollars (183.194.429 fr.) de dividendes ; 5.000.000 de dollars (26.000.000 fr.) ont été affectés aux dépenses extraordinaires et 3.671.662 dollars (19.092.642 fr.) ont été versés au fonds de réserve.

Le capital en obligations des compagnies Bell *entre les mains du public à la fin de l'année* s'élevait à 991.074.264 dollars (5.153.586.172 fr.). Le matériel est évalué sur les livres des compagnies à 1.142.815.341 dollars (5.942.639.773 fr.), mais sa valeur actuelle estimée d'après les cours est supérieure à cette somme de plusieurs millions.

Le nombre d'actionnaires, dont les femmes forment la majorité, dépasse maintenant 112.000 ; il s'est accru de plus de 25.000 pendant la guerre.

Appareil télégraphique multiplex américain. — Comme suite à son article paru dans le numéro 4 des *Annales* (décembre 1919) au sujet de l'appareil multiplex américain, M. Mercy signale les améliorations suivantes apportées au fonctionnement de cet appareil sur la communication Paris-Londres de l'« Anglo-american C^o ».

La vitesse de transmission, qui était de 155 révolutions à la minute il y a six mois, a été graduellement augmentée ; elle atteint actuellement 180 tours à la minute. On espère arriver, dans un avenir prochain, à 200 tours. Bien entendu il faudra, pour que cette

augmentation soit vraiment avantageuse, que le nombre des erreurs ou incorrections ne subisse pas un accroissement plus grand que celui du nombre de télégrammes transmis.

D'autre part, l'inconvénient d'établir des enveloppes avec suscription manuelle pour les messages à destination de la station d'arrivée, a été évité par l'emploi d'enveloppes à guichet transparent. La largeur de la partie transparente est égale à deux lignes d'impression de l'appareil et sa longueur est celle de l'enveloppe même. Il résulte de ceci que la transmission de l'adresse du message n'exige pas de disposition particulière et n'entraîne pas de perte de rendement. Le pliage de la formule d'arrivée est seulement modifié suivant le cas, pour que l'adresse apparaisse exactement dans la partie transparente.

Progrès dans les communications téléphoniques.

— *Le circuit à 4 fils* (Extraits d'un article de Bancroft Gheardi et Frank B. Jewett. — *Electrical World*, Janvier 1920). — *Câbles interurbains avec circuits à 4 fils*. — Les principales difficultés, qui s'opposaient à l'emploi des longs câbles interurbains pupinisés, ont été vaincues au cours de l'année dernière et on a posé des longueurs importantes de ce type de câble, surtout en des points où il doit constituer les amorces du réseau destiné, finalement, à relier les principales villes des États-Unis. Ce câble a été décrit dans un article de l'*American Institute* (1^{er} octobre 1919). Il contient, pour chaque circuit téléphonique, 4 conducteurs pupinisés de faible calibre. On a reconnu que, dans certains cas, il offrait des avantages marqués sur le circuit à 2 conducteurs. On pense que le réseau de câbles à longue distance sera considérablement développé au cours de la présente année.

Lettre de M. Marius Latour relative à l'électrification des chemins de fer aux États-Unis et la protection des lignes télégraphiques et téléphoniques.

La Commission des Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones a reçu de M. Marius LATOUR, l'intéressante lettre que nous reproduisons ci-après :

Nous venons de lire avec grand intérêt dans le dernier numéro

des *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, l'article de M. Pomey sur les perturbations occasionnées par les lignes de traction électrique sur les lignes télégraphiques et téléphoniques.

En ce qui concerne la question même des perturbations, nous croyons que le développement de la télégraphie harmonique multiple et l'usage des tubes à vide en téléphonie transformera le problème d'ici peu d'années.

Mais ce n'est pas ce point que nous voulons discuter dans la présente lettre. Nous voulons seulement nous permettre de faire quelques observations au sujet de l'allusion faite par M. Pomey relativement à l'origine et au développement de la traction par courant monophasé et moteurs à collecteur.

M. Pomey attribue à une sorte de patronage du système par l'*Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft* de Berlin, un rôle beaucoup trop important malgré l'exploitation sérieuse que cette Société a pu faire d'un de nos types de moteurs. Le système monophasé n'est pas à proprement parler un système lancé et mis au point en Allemagne.

Voici ce qui nous semble historiquement exact :

1° En 1901 et 1902, nous avons poursuivi personnellement en France sur les moteurs à collecteur en général des études qui nous ont conduit à reconnaître les conditions de commutation parfaite et de bon facteur de puissance de ces moteurs ; en particulier, nous avons imaginé la disposition des balais en court-circuit à 90 degrés des balais d'alimentation pour l'excitation des rotors monophasés. Notre but était surtout de réaliser des moteurs pour réseaux et le succès a couronné nos efforts, puisque, depuis cette date, des moteurs inspirés de nos travaux ou de nos brevets ont été construits en tous pays en très grande quantité.

2° Vers la fin de l'année 1902 et peut-être indépendamment de nos publications qui avaient cependant attiré l'attention des électriciens sur les moteurs à collecteur en général, M. Lamme de la Société Américaine Westinghouse, proposa simplement, et nous dirions presque brutalement, de réaliser la traction par courant monophasé avec un moteur série ordinaire comportant

des connexions résistantes au collecteur pour éviter les étincelles. Une première ligne fut réalisée en Amérique sur ces bases, à la fréquence de 15 périodes (Washington-Annapolis) qui a été supprimée depuis.

Ainsi ce sont les Américains qui proposèrent les premiers la traction monophasée avec moteurs à collecteur.

3° *C'est après les publications américaines* que l'A.E.G. de Berlin à son tour proposa la traction monophasée avec un nouveau type de moteur que nous avons désigné sous le nom de « moteur à répulsion compensé ». Ainsi qu'il résulte très clairement de nos contrats passés avec l'A.E.G. dès 1903 et des polémiques terminées à notre satisfaction dans les journaux allemands, ce type de moteur rentrait dans nos brevets. Pour que ce moteur soit véritablement supérieur au moteur série à champ de commutation déphasé dont nous parlons plus loin, il faut que la fréquence du courant d'alimentation ne soit pas très basse, de telle sorte que l'A.E.G. par le choix de son moteur, a dû défendre longtemps la fréquence de 25 périodes alors que la fréquence de 15 périodes était en soi préférable. L'A.E.G. de Berlin a été, en réalité, un second pionnier plus savant mais encore malheureux de la traction monophasée et ce n'est pas son patronage qui a pu faire en aucun cas le succès du système.

4° L'avantage d'une basse périodicité nous est apparu si fondamental dès l'origine que, à peine avons-nous négocié en Amérique nos brevets sur le moteur type A.E.G., nous revenions à une idée qui nous était familière depuis 1901 et propositions dans nos brevets, commencement 1904, de réaliser un moteur série avec champ de commutation déphasé destiné à être substitué au moteur à répulsion compensé pour la fréquence de 15 périodes. Ce même type de moteur était breveté quelques semaines auparavant en Suisse par la maison Oerlikon ; dès que la publication des brevets respectifs fixa les priorités exactes suivant les pays, nous nous entendîmes avec la maison Oerlikon (1906). C'est ce type de moteur Oerlikon-Latour fonctionnant à 15 périodes qui a donné lieu en fait à la réalisation des lignes de traction monophasées devant servir de référence aujourd'hui. Ces lignes sont

situées en Suisse et en Suède. *Aucune ligne de ce genre n'existe en Amérique.* Je n'insisterai pas sur le succès considérable de la traction par courant monophasé en Suisse où elle va être étendue dans toute la Confédération.

Le but de la présente lettre n'est pas de défendre la traction par courant monophasé, puisqu'elle va pouvoir courir sa chance dans d'excellentes conditions sur le continent européen. Nous avons voulu simplement rappeler ici le bref historique de son développement véritable.

BIBLIOGRAPHIE

Réforme administrative par l'autonomie et la responsabilité des fonctions (Self-administration), par FAVAREILLE (Albin Michel, éditeur, 22, rue Huyghens, Paris XIV, 1 vol. in-16 de 250 pages). Prix 4 fr. 50.

Après avoir fait ressortir les conséquences de l'étatisme administratif et industriel, l'auteur déclare que pour résoudre la question administrative *l'Administration doit être industrialisée*. Pour atteindre ce but, il faut conférer à chaque grande administration l'autonomie pour qu'elle ait en même temps la responsabilité, qui l'obligera à montrer des résultats par une gestion comptable et industrielle. Cette autonomie, cette responsabilité, cette gestion comptable et industrielle constituent la *self-administration*.

Pour donner aux industries de l'État une vie normale, il faut « qu'elles prennent régulièrement la charge de leur capital, qu'elles « marchent en fonction de ce capital, qu'elles amortissent ce capital « que la nation leur a avancé, et que finalement elles rendent à « cette dernière des bénéfices réellement nets dans des comptes « clairement établis ».

L'organisation d'une administration sera analogue, avec les modifications qu'impose la spécialité de chaque cas d'application, à l'organisation d'une entreprise privée quelconque.

Il faudra donc : un Conseil d'administration, un Directeur, un budget.

Le Conseil d'administration sera composé de membres désignés par le Ministre, de membres nommés par le personnel et de membres désignés par le public (Chambre de commerce, Syndicats ouvriers, etc.).

Le Conseil élira lui-même son Président et présentera chaque année un rapport sur sa gestion aboutissant à un compte de profits et pertes et à son bilan.

Le Directeur sera nommé par le Ministre sur la présentation du Conseil d'Administration.

La comptabilité sera tenue en partie double, comme toute comptabilité industrielle normale, et sera soumise à la Cour des Comptes.

L'esquisse rapide d'une grande régie, ainsi régénérée, telle que celle des Postes, pourrait être tracée ainsi qu'il suit :

« Le Conseil a discerné, a choisi dans l'état-major industriel de la France un homme énergique et organisateur. Par cette désignation, attendue de l'opinion publique, discutée par elle et à laquelle elle aura peut-être elle-même participé, il confère à ce directeur la plénitude de la responsabilité et de l'autorité. Cette autorité sera tempérée vis-à-vis du personnel par les garanties statutaires et les avancements automatiques, dont bénéficient aujourd'hui les fonctionnaires ; mais, cette réserve faite, il doit en être le maître en tout ce qui concerne son affectation et son utilisation. Ainsi s'établira entre le Conseil, le Directeur et le personnel une profonde solidarité ; de cette solidarité naîtra forcément l'amour-propre corporatif et de cet amour-propre l'harmonie spontanée avec l'intérêt général. Des conférences périodiques établissent un contact direct entre les représentants du Gouvernement, du personnel et du public, triple et salutaire collaboration. Des plans généraux peuvent y être concertés, une politique peut y être coordonnée et poursuivie systématiquement. Par ses ressources courantes, ses réserves ou ses emprunts, la Régie exécute ses plans, sans à-coups et avec continuité ; elle adopte une invention, couvre le pays d'offices nouveaux, sans modifications improvisées en séance, sans illusoires examens de rapporteurs de passage. Enfin, chaque année, le corps tout entier des Postes, solidaire de son action, représenté par son Conseil et son Directeur, compare, ses comptes de résultats à la main, devant son juge, son commanditaire, son maître suprême, devant le Parlement.

« Le monopole des Postes est certainement celui qui, tout en se justifiant le mieux en doctrine et en fait, répond également le mieux à l'ensemble des considérations, qui font l'objet de cette étude. S'il est attribué à l'État, ce n'est point, en effet, parce que l'État est le seul à pouvoir diriger une pareille entreprise, mais pour des raisons

d'ordre public. En elle-même cette entreprise reste commerciale et industrielle au même degré qu'une compagnie de chemins de fer ou une grande banque. Elle ne s'oppose donc par aucune difficulté essentielle à l'application du système de l'autonomie. Bien au contraire, elle y tend de toutes ses forces par la spécialisation technique de son personnel et, dans ces dernières années, par l'effort systématique de ce personnel désireux d'échapper à l'arbitraire des influences politiques, dont il a été longtemps victime. Le monopole se prête également très bien à la collaboration du personnel et du public.

« Le premier y est déjà admis quoiqu'encore dans une faible mesure, le second y est très préparé par son contact permanent avec le service des postes, dont il connaît parfaitement les rouages pour les voir fonctionner tous les jours sous ses yeux. Le monopole se prête enfin dans une forte mesure au mécanisme d'amortissement de la dette publique, ce mécanisme étant lié à l'autonomie financière et à la constitution du capital par émission dans le public. Les capitaux d'installation et d'outillage déjà investis dans les Postes représentent certainement une valeur supérieure à 1 milliard et il serait sans doute excessif de demander aujourd'hui au monopole réorganisé d'amortir une pareille somme et d'accomplir rétroactivement ce devoir industriel auquel ont manqué jusqu'ici toutes les industries de l'État. Mais grâce à l'émission publique d'obligations et à la comptabilité préconisée, il serait possible de lui faire prendre en charge 500 millions qu'il amortirait probablement avec le seul bénéfice résultant d'une meilleure gestion. »

La rééducation psycho-physique du travail dans les établissements des postes et des services électriques,

par Giulio ARCANGIOLI (L. Cappelli, Rocca S. Casciano).

Dans cet opuscule en langue italienne, d'une soixantaine de pages, l'auteur exprime l'avis que les éléments essentiels du problème, sur lesquels doivent avant tout porter les efforts, sont les suivants :

Méthode de recrutement d'après une sélection scientifique ;

Exécution du travail selon les règles rationnelles de l'énergétique et de la physiologie ;

Mode d'installation des établissements où s'effectue le travail ;

Recherche des organes permettant d'enregistrer les données expérimentales ; en vue d'une meilleure organisation des services.

Se limitant à l'étude du travail dans l'Administration des P.T.T., M. Giulio Arcangioli s'efforce de dégager les principes suivant lesquels doivent se développer les recherches. Il se défend de vouloir présenter des solutions en l'absence de données scientifiques déduites de l'expérience, et se contente de formuler des suggestions un peu générales.

Il étudie successivement les quatre termes du problème posé ci-dessus.

En ce qui concerne le *recrutement*, il importe avant tout de déterminer les *aptitudes* des candidats.

Les emplois des services des Postes, Télégraphes et Téléphones peuvent se répartir en trois catégories exigeant soit un effort purement physique (hommes de peine), soit un effort psycho-mécanique (agents du guichet, trieurs, télégraphistes), soit un effort essentiellement psychique (fonctions de direction).

L'auteur préconise la tenue, dès l'école, de livrets individuels où seront consignés les faits saillants de la vie physique et intellectuelle de l'élève, qui permettront de déterminer ses qualités en même temps que ses faiblesses dans les deux ordres. Ces indications seront précieuses pour la détermination des aptitudes.

Le travail mécanique. — Aucun travail humain n'est purement mécanique. Cependant, dans la tâche de l'homme de peine, le travail psychique est très faible, et l'on peut admettre en fait que ce travail est simplement mécanique. Il s'en faut cependant que l'ouvrier sache exactement proportionner de lui-même l'effort à la tâche à accomplir, c'est-à-dire donner le maximum de rendement avec le minimum de fatigue. C'est à l'expérimentation scientifique prolongée qu'il appartient de découvrir et d'appliquer les « variables du travail ».

A ce propos, l'auteur note que « la société ne peut admettre aucune résistance aux nouvelles formes et disciplines du travail

de la part de ceux qui, ayant accepté une tâche absolument subalterne, ne font pas montre des qualités nécessaires...

« Le droit de chacun à améliorer sa situation dans le monde doit être reconnu d'une manière absolument individuelle. Le passage de classes entières de subalternes à des attributions autres a provoqué dans le passé des troubles profonds, et devra être remplacé, dans l'avenir, par l'examen analytique des aptitudes. »

Pour l'homme de peine, les deux qualités fondamentales requises sont la force et la résistance à la fatigue, — en outre d'autres particulières à chaque genre de travail. L'une et l'autre devront être mesurées scientifiquement : certains emplois exigent le développement d'une grande force, non soutenue, d'autres un effort moindre, mais capable de résister longuement à la fatigue. L'emploi à donner au candidat sera déterminé en conséquence.

Le travail psycho-mécanique. — C'est le plus commun, et de beaucoup, dans les services des P. T. T.

Ici encore il conviendra de déterminer les caractéristiques de force et de résistance.

Chez le trieur de lettres, « la spécialisation de l'opérateur réside surtout en un effort mnémonique notable en extension et en intensité. La sécurité, la rapidité, l'uniformité de son travail sont déterminées par la répétition continue du même travail. Plus grande est l'habitude de l'accomplir, plus faible sera la fatigue... Sur tout sujet soumis à ce travail s'exerce un processus d'adaptation... mais pour chacun d'eux la dépense psycho-physique est diverse, comme l'est également le rendement, en qualité et en quantité ».

Dans l'opération du tri, « il s'agit de porter dans le champ visuel un nom, le nom de la ville de destination de la lettre, et au même instant, de placer la lettre dans la case correspondante. Le temps qui s'écoule entre le moment où la lettre apparaît à la vue de l'opérateur et celui où elle est mise en place détermine l'équation personnelle du sujet examiné ».

« Cette expérience montre d'une manière concluante qu'il y a une grande différence dans l'équation personnelle des divers hommes. Certains sont nés avec des facultés extraordinaires de rapidité de perception, accompagnées d'une prompté action réflexe. Pour

quelques-uns l'incitation est presque instantanément transmise de l'œil au cerveau, et du cerveau à la main. »

Il faut donc déterminer :

- 1° Le fait sensoriel, c'est-à-dire la perception de l'incitation :
- 2° La détermination à la réponse ;
- 3° La réaction motorielle.

C'est sur ce point que devra porter l'examen psycho-physique du candidat.

Dans le cas du télégraphiste ou de la dactylographe, les aptitudes à rechercher seront « une très grande rapidité des temps de réaction, la sensibilité tactile, mais surtout la promptitude et la sûreté de jugement qui facilitent la lecture et qui, avec la mémoire et l'attention, constituent un ensemble défini de fonctions psychologiques ». De plus, le télégraphiste, comme la dactylographe, doivent être ambidextres. On devra donc déterminer la facilité qu'a chaque sujet à se servir des deux mains.

Les cas qui viennent d'être examinés ne sont que des exemples choisis parmi un très grand nombre

Il ne faut pas perdre de vue qu'un travail mental exécuté simultanément avec un travail musculaire volontaire, modifie le rendement de ce dernier.

Le travail psychique. — C'est celui qui incombe plus spécialement aux chefs et agents de direction. La recherche expérimentale est ici plus difficile, et c'est un champ encore peu exploré.

Les éléments à étudier seront : le développement intellectuel, la mémoire, l'influence de l'instruction, du milieu. Surtout une grande puissance nerveuse est nécessaire.

L'auteur termine ainsi cette partie de son étude : « L'Administration doit déterminer les qualités de résistance du travail qui s'accomplit dans ses établissements, et le minimum de dotation initiale en qualités psychologiques nécessaire pour l'accomplir. »

Après le recrutement, la question la plus importante qui se pose est celle de l'éducation professionnelle.

L'auteur étudie ici : le rapport entre la fatigue et le travail ; l'économie physiologique des mouvements ; la théorie des pauses ; les courbes graphiques de l'erreur ; l'apprentissage.

Il fait ressortir la nécessité de proportionner exactement l'effort au résultat à obtenir : par exemple, donner au casier de tri la hauteur et la largeur correspondant à la taille du trieur, placer les cases les plus employées à l'endroit le plus à portée de la main, etc. L'idée du système Taylor est ainsi évoquée ; mais l'auteur met en garde contre une admiration démesurée de ce système, qui, dans l'amélioration du rendement, se place à un point de vue trop exclusif : celui des exploitants.

Il formule des observations intéressantes sur les pauses dans le travail, les responsabilités. Quant à la question de l'apprentissage, il est nécessaire, d'après lui, de renoncer absolument au système actuel : c'est une erreur grave que de placer le nouveau sujet dans le milieu même où il doit opérer. L'instruction purement empirique qu'il reçoit des employés anciens, qui ont, tous, leurs défauts, leurs façons de faire propres échappant à toute méthode, est tout à fait défectueuse. La modification, dans un sens d'amélioration, du milieu où s'effectue le travail ne peut être obtenue que par un apprentissage dans des cours rationnellement et scientifiquement organisés, échappant entièrement à l'action du milieu tel qu'il existe actuellement.

Dans l'*établissement rationnel d'exploitation* on devra veiller à supprimer toute opération, tout parcours inutile. En prenant toujours l'exemple des correspondances postales, celles-ci devront suivre, dans l'espace, le même processus que dans le temps. On devra trouver successivement dans les locaux la boîte aux lettres, puis la table de timbrage, puis le casier de tri, et enfin le service de distribution ou de fermeture des dépêches. De cette manière on supprimera toute allée et venue inutile.

On devra recourir aux appareils mécaniques. Mais, là encore, M. Arcangioli met en garde contre toute exagération du machinisme. La part du travail humain qui peut être exécutée mécaniquement est le travail purement mécanique, or aucun travail n'étant purement mécanique, il reste toujours une part psychique qui ne peut être exécutée que par l'homme : par exemple la lecture de l'adresse d'une lettre.

La répartition du personnel est également très importante : le

personnel du tri par exemple ne doit pas être disproportionné par rapport à celui des timbreurs, sous risque d'engorgement du service insuffisamment pourvu en personnel.

De même, la construction et la distribution des bâtiments où sont installés les bureaux est d'une grande importance : rationnellement conçues, elles doivent améliorer le rendement et réduire au minimum la fatigue des employés.

De tout ce qui précède, l'auteur conclut à la nécessité de créer un *laboratoire de recherches psychophysiologiques et de pathologie professionnelle*. Seul un laboratoire de ce genre convenablement outillé permettra l'étude expérimentale, très peu poussée jusqu'ici, et la détermination exacte des divers éléments entrant dans le travail. C'est alors seulement que, par un équilibre général de ces éléments, on pourra concevoir une réorganisation rationnelle du travail.

Projet de création d'un office international des transports postaux internationaux, par C. DROULEZ, rédacteur principal des Postes et Télégraphes.

L'organisation future de l'Europe appelle l'étude des moyens propres à faciliter les rapports avec les divers États créés ou remaniés. Parmi ces moyens, il n'en existe pas de plus importants, après les transports eux-mêmes, que les services postaux, télégraphiques et téléphoniques.

Dans une étude approfondie et très intéressante, l'auteur préconise la création d'un *Office européen des transports postaux internationaux* étendant son action au fur et à mesure de la mise en exploitation régulière de nouvelles grandes lignes de chemins de fer, de paquebots ou d'avions. Par la participation progressive de tous les pays, l'*Office mondial des transports postaux internationaux* deviendrait un complément logique de l'*Union postale universelle*.

Les procédés amétalliques de paiement et le chèque postal, par F. POUBOU, docteur en droit, commis des Postes et Télégraphes (librairie de l'Enseignement Technique, 3 bis, rue Thénard, Paris, V^e, in-8° de 336 pages). Prix : 10 francs.

Cet ouvrage qui a obtenu la mention « très bien », comme thèse de doctorat, constitue l'exposé le plus complet et le plus rationnel de l'institution du chèque postal paru à ce jour.

Une étude très intéressante de l'évolution générale amonétaire des temps modernes permet de saisir la véritable portée économique du chèque postal, en concurrence avec les divers autres procédés de paiement. Rattaché, à juste titre, au mouvement amonétaire, le nouveau titre postal répond à des nécessités d'ordre administratif et de trésorerie.

Après avoir étudié d'une manière approfondie l'institution des chèques postaux dans les différents pays, l'auteur expose la technique des comptes courants postaux, envisagés non pas seulement au point de vue pratique mais dans leurs répercussions économiques et juridiques.

La théorie et la pratique des radiocommunications.

T. I : *Introduction à l'étude des radiocommunications*, par L. BOUTHILLON, Ingénieur des Postes et Télégraphes (Delagrave, éditeur, 15, rue Soufflot, Paris, V^e, 1 vol. 25 cm. $\times$ 17 cm., de 193 pages, 95 figures, 7 planches hors texte). Prix : broché, 20 fr., majoration comprise; relié toile, 25 fr.

Ce volume est le premier d'une série de huit volumes sur les Radiocommunications et comprend l'exposé des principes fondamentaux sur lesquels reposent la science et la technique des radiocommunications.

Les lois fondamentales de l'électrotechnique, par Marcel

DEPREZ, membre de l'Institut, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, et Maurice SOUBIER, ancien élève de l'Ecole Polytechnique, professeur adjoint au Conservatoire national des Arts et Métiers (Dunod, éditeur, 47 et 49, quai des Grands Augustins, Paris, VI^e; un volume 13 $\times$ 21 de 758 pages, avec 301 figures). Prix : cartonné, 34 fr. 50, broché, 30 fr. (majoration comprise).

Cet ouvrage est le premier de la collection des Conférences et Travaux pratiques d'Electricité industrielle du Conservatoire natio-

nal des Arts et Métiers. Il contient l'étude des lois fondamentales de l'électrotechnique, c'est-à-dire des lois qui sont à la base de l'enseignement de l'électricité industrielle.

Précis d'électricité théorique, par LÉON BLOCH (Gauthier-Villars et C^{ie}, éditeurs, 55, quai des Grands Augustins, Paris, VI^e, 1 vol. in-8° de 470 pages).

Ce livre a pour objet l'exposé théorique de l'électricité sous une forme qu'on a cherché à rendre aussi succincte que possible. L'auteur a fait porter son principal effort sur l'enchaînement logique des faits, des définitions et des principes et s'est proposé simplement d'établir les lois de l'électromagnétisme dans un ordre conforme aux vues de la physique moderne.

L'Electricité à la portée de tout le monde, par Georges CLAUDE (Dunod, éditeur, 47 et 49, quai des Grands Augustins, Paris, VI^e, 1 vol. in-8° de 572 pages, avec 228 figures). Prix (majoration comprise) : 12 francs.

Cette nouvelle édition du livre de M. Georges Claude aura certainement le même succès que ses sept devancières.

Aucun livre, en effet, n'a fait autant pour la vulgarisation de la science électrique, dont l'auteur explique les phénomènes de la façon la plus simple et la plus accessible à tous.

L'Electrochimie et l'Electrometallurgie (2^e édition, revue et augmentée), par ALBERT LEVASSEUR (Dunod, éditeur, 47 et 49, quai des Grands-Augustins, Paris, VI^e, 1 vol. in-8° de 267 pages, avec 43 figures). Prix (majoration comprise) : 12 francs.

Cet ouvrage est destiné aux industriels, aux techniciens, aux ingénieurs ou élèves-ingénieurs. Il a pour objet l'application, mais n'hésite pas à baser l'étude des fabrications sur les principes scientifiques qui, seuls, permettront l'établissement rationnel, l'amélioration et la mise au point de celles-ci.

Mesures pratiques en radioactivité, par W. MAKOWER et H. GEIGER, maîtres de conférences à l'Université de Manchester,

ouvrage traduit de l'anglais par E. Philippi, licencié ès sciences (Gauthier-Villars et C^{ie}, éditeurs, 55, quai des Grands Augustins, Paris, VI^e, 1 vol. in-8^o carré de 182 pages, avec 60 figures). Prix : 8 francs.

Cet ouvrage contribuera à développer l'enseignement de la radio-activité au laboratoire et à apprendre aux étudiants la technique d'une des branches les plus séduisantes de la science moderne.

Le Poste pneumatique, par le Dr SCHWAIGHOFER, Ingénieur de la Direction supérieure des postes à Munich (Piloty et Loehle, éditeurs à Munich). Prix : 40 M.

L'auteur étudie les réseaux et installations de poste pneumatique en Europe et aux États-Unis. Il signale l'utilisation de plus en plus fréquente de chemins de fer électriques non accompagnés de conducteurs, pour la transmission souterraine des correspondances postales, de préférence à l'acheminement des envois postaux par poste pneumatique.

L'Editeur-Gérant,

A. DUMAS.



ANNALES
DES
POSTES, TÉLÉGRAPHES
ET TÉLÉPHONES

RECUEIL DE DOCUMENTS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS
concernant les Services Techniques et l'Exploitation
des Postes, Télégraphes et Téléphones.

Publié par les soins d'une Commission
nommée par M. le Ministre des Postes et des Télégraphes.

Paraissant tous les trois mois.

IX^e ANNÉE — N° 2, 1920.

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL :

FRANCE ET COLONIES : 16 francs. — ÉTRANGER : 18 francs.

Tous les abonnements partent du 1^{er} Janvier.

PARIS
A. DUMAS, ÉDITEUR
6, RUE DE LA CHAUSSEE-D'ANTIN, PARIS (IX^e)



ÉTABLISSEMENTS INDUSTRIELS DE E. C. & DE **ALEXANDRE GRAMMONT**

Société anonyme au Capital de 14.000.000 francs

à **PONT-DE-CHERUY (Isère)**

ADMINISTRATION : 10, rue d'Uzès, **PARIS**

Usines : à Pont-de-Cheruy, La Plaine Chavanoz, Cremieu (Isère) et Lyon

FILS & CABLES **NUS & ISOLÉS**

CABLES ARMÉS

CABLES

CABLES SOUS-MARINS

TÉLÉPHONIQUES

LAMPE ÉLECTRIQUE " FOTOS "

**SOCIÉTÉ DES PORCELAINES & APPAREILLAGES ÉLECTRIQUES
GRAMMONT**

10, Rue d'Uzès, PARIS

Usines à Paris, Limoges et Saint-Léonard (Haute-Vienne)

PORCELAINES ÉLECTROTECHNIQUES

MATÉRIEL DE RÉSEAU *Système EURIEULT*

MAISONS DE VENTE ET DÉPÔTS

PARIS.....	60, rue de Bondy.....	Téléphone	Nord. 75-51
LYON.....	19-20, quai de Retz.....	—	16-50
TOULOUSE.....	39, rue Bayard.....	—	02-59
MARSEILLE.....	33, rue de la République.....	—	31-28
GRENOBLE.....	28, rue du Docteur-Mazet.....	—	26-73
ANGERS.....	Place de la Visitation.....	—	03-56
BORDEAUX.....	62, rue du Palais-Galien.....	—	39-62
ALGER.....	28, boulevard Carnot.....	—	21-76
LILLE.....	31, rue de Puebla.....	—	930
NANCY.....	22, rue Saint-Lambert.....	—	19-02

LUXEMBOURG — GENÈVE — BRUXELLES

ANNALES

DES

POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES

RECUEIL DE DOCUMENTS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS
concernant les Services Techniques et l'Exploitation
des Postes, Télégraphes et Téléphones.

Publié par les soins d'une Commission
nommée par M. le Ministre des Postes et des Télégraphes.

Paraissant tous les trois mois.

IX^e ANNÉE — N° 2, 1920.

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL :

FRANCE ET COLONIES : **16** francs. — ÉTRANGER : **18** francs.

Tous les abonnements partent du 1^{er} Janvier.

PARIS

A. DUMAS, ÉDITEUR

6, RUE DE LA CHAUSÉE-D'ANTIN, PARIS (IX^e)

COMMISSION DES ANNALES

DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES

AVIS

Les manuscrits adressés aux Annales sont soumis à l'examen d'une Commission dite *Commission des Annales des Postes et Télégraphes*.

Cette Commission se réunit à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, 20, rue Las Cases, Paris, VII^e.

Membres de la Commission :

M. DENNERY, Inspecteur général, Directeur de l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, *Président*.

M. A. BLONDEL, Membre de l'Institut, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées,

Le Directeur du Personnel à l'Administration centrale des Postes et Télégraphes,

M. LORAIN, Directeur de l'Exploitation Téléphonique, Professeur à l'École Supérieure,

M. FERRIÈRE, Directeur des Postes et Télégraphes du département de la Seine, Professeur à l'École Supérieure,

M. MAUREAU, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes, Professeur à l'École Supérieure,

M. AUGIER, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes,

M. PAILLON, Directeur des Postes et Télégraphes,

M. SAUNIER, Chef de bureau à l'Administration Centrale des Postes et Télégraphes, *Membres*.

MM. TAFFIN, Inspecteur des Postes et Télégraphes, REYNAUD-BONIN, Ingénieur des Postes et Télégraphes, et CAUCHIE, Inspecteur des Postes et Télégraphes, *Secrétaires*.

M. LAVOIGNAT, commis des Postes et Télégraphes, *Secrétaire-adjoint*.

NOTA : La *Commission des Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones* n'est en aucune façon responsable des opinions émises et des théories développées par les auteurs ; elle ne s'immisce pas dans les questions de priorité.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
Utilisation des lampes amplificatrices pour les mesures électriques, par M. ABRAHAM, professeur à la Sorbonne, Membre du Comité technique des Postes et Télégraphes.....	197
Sur les lampes à trois électrodes et les progrès récents de la téléphonie sans fil, par M. GUTTON, professeur à la Faculté des Sciences de Nancy, Membre du Comité technique des Postes et Télégraphes.....	208
La dépolarisation des piles par l'oxygène de l'air, par M. Ch. FÉRY, Professeur à l'École de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris.....	229
Installations mécaniques dans le service postal anglais, par M. CABANNE, Ingénieur des Postes et Télégraphes.....	235
Réseau téléphonique aéro-souterrain de Strasbourg, par Mourice, Inspecteur des Postes et Télégraphes.....	259
L'imprimeur sur pages du système « Morkrum ».....	265
Quelques remarques sur les mesures de lignes télégraphiques et téléphoniques	280

* *

SERVICE D'ÉTUDES ET DE RECHERCHES TECHNIQUES DE L'ADMINISTRATION DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

Utilisation du courant alternatif à 115 volts et 42 périodes pour les appels téléphoniques.....	286
---	-----

* *

COMITÉ TECHNIQUE DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

Utilisation du matériel télégraphique cédé par le Signal Corps américain.....	289
Fusible pour bouton d'appel à collage.....	292
Suppression des courants parasites sur les lignes desservies au Baudot.....	292

Protection des piles des bureaux télégraphiques	292
Cric pour l'arrachage des poteaux.....	293

*
* *

COMPTE RENDU DES PÉRIODIQUES

Périodiques en langue française.

M. DARCQ	294
Caractéristiques d'oscillation des lampes à trois électrodes utilisées comme générateurs d'oscillations entretenues.....	295
Filtre radiotélégraphique ou étouffeur de parasites.....	300

*
* *

Périodiques en langues étrangères.

Le téléphone à cristal.....	302
Notes sur les systèmes téléphoniques aux États-Unis.....	310
Tubes à vide avec anode externe.....	320
Mesure des ondes alternatives au moyen du tube de Braun.....	327
Petit moteur à courant continu utilisant des lampes thermioniques au lieu de contacts.....	337
Téléphonie et télégraphie multiplex à haute fréquence par conducteurs.....	339
Résultats obtenus par l'emploi de « filtres » sur les lignes parcourues par des courants alternatifs non sinusoïdaux.....	343
Emploi de l'aluminium en télégraphie et en téléphonie.....	347

*
* *

INFORMATIONS ET VARIÉTÉS

Télégraphie et téléphonie en Angleterre.....	354
Emploi de relais téléphoniques de la Nouvelle-Écosse.....	355
Relais « Orling Jet ».....	356

*
* *

BIBLIOGRAPHIE	357
BREVETS D'INVENTION.....	358

BIBLIOTHÈQUE DES ANNALES DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES ⁽¹⁾

Pour acquérir les volumes indiqués ci-après, prière de s'adresser directement aux éditeurs mentionnés à la fin de chaque paragraphe.

Construction des lignes télégraphiques et téléphoniques. Cours professé à l'École Supérieure par M. LORAIN, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes (4^e édition. 1916). — 2 vol. Prix : 6 francs le vol.

Comptabilité et droit budgétaire. Cours professé à l'École Supérieure par M. FERET DU LONGBOIS, Directeur au Ministère des Finances (1912). — 1 vol. Prix : 6 francs.

* *Installations télégraphiques.* Cours professé à l'École Supérieure par M. TONGAS, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes (1918). — 2 vol. Prix : 12 fr. 50 le volume.

Les derniers progrès réalisés en télégraphie, par M. TONGAS (1913). — 1 vol. Prix : 2 francs.

Installations téléphoniques. Cours professé à l'École Supérieure par M. MILON, Ingénieur des Postes et Télégraphes (2^e édition. 1918). — 1 vol. Prix : 12 fr. 50.

Exploitation postale. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. FERRIÈRE, chef de bureau à l'Administration Centrale des Postes et Télégraphes (1913). — 2 vol. Prix : 6 francs le volume.

* *Conférences sur les moteurs thermiques* faites à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. SAUVAGE, Inspecteur général des Mines (1913). — 1 vol. Prix : 2 francs.

Électricité industrielle. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. MAUREAU, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1918). — 1 vol. Prix : 10 fr. 50.

Principes d'électricité. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. DROUET, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1917). — 1 vol. Prix : 3 fr. 75.

Théorie de la pupinisation et applications pratiques. Conférences faites à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, par M. CAHEN, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol. Prix : 1 fr. 50.

(1) Ces ouvrages (sauf ceux marqués d'un astérisque) se trouvent dans les bibliothèques départementales.

Cours élémentaire de Télégraphie sans fil, par M. G. VIARD, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1918). — 1 vol. Prix : 12 francs.

La Technique Télégraphique en France (ouvrage publié à l'occasion de l'Exposition de San-Francisco), par M. MONTORIOL, Inspecteur des Postes et Télégraphes (1916). — 1 vol. in-8° carré. Prix : 3 fr. 50.

La télégraphie, la téléphonie, l'électricité depuis 1878. Extraits du 2000^e numéro de *The Electrician*, traduits par G. HAMEL et E. PICAULT, ingénieurs des Postes et Télégraphes. — 1 vol. Prix : 4 francs.

Instruction sur la construction et l'entretien des lignes aériennes, à l'usage du personnel, 1919 (2^e édition). 1 vol. in-16 raisin, 314 pages, 83 figures. Prix : 8 francs.

Instruction sur la protection des installations télégraphiques et téléphoniques de l'Etat contre les courants industriels, à l'usage du personnel, 1918. 1 vol. in-16 jésus à l'italienne, 140 pages. Prix : 3 francs.

Instruction sur les circuits combinés et circuits appropriés à la télégraphie et à la téléphonie simultanées, à l'usage du personnel, 1918. Une plaquette in-16 jésus à l'italienne, 26 pages. Prix : 1 fr. 75.

Instruction sur les essais et mesures électriques et le relèvement des dérangements de lignes et de postes, à l'usage du personnel, 1918. 1 vol. in-16 raisin, 130 pages, 22 figures. Prix : 4 francs.

Instruction sur l'installation et l'entretien des postes téléphoniques d'abonnés, à l'usage du personnel, 1918. 1 vol. in-16 raisin, 62 pages, 23 figures. Prix : 3 fr. 50.

Instruction sur l'installation des bureaux télégraphiques principaux, à l'usage du personnel, 1919, 1 vol. in-16 raisin, 78 pages, 64 figures. Prix : 6 fr. 50.

Instruction sur l'installation de l'éclairage électrique à l'intérieur des locaux, à l'usage du personnel, 1920. 1 vol. in-16 raisin, 72 pages, 32 figures. Prix : 4 fr. 50.

EN VENTE A LA LIBRAIRIE DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE, 3, RUE THIÉNARD, PARIS, V^e.

* *Cours d'électricité théorique* professé à l'École Supérieure (section des élèves-ingénieurs), par M. POMEY, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1914). — 2 vol. Tome I. Prix : 13 francs.

De la propagation du courant télégraphique et téléphonique (*The propagation of the electric currents*, par J.-A. FLEMING), traduit de l'anglais par M. RAVUT, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 12 francs.

La télégraphie et la téléphonie simultanées et la téléphonie multiple (*Das gleichzeitige Telegraphieren und Fernsprechen und das mehrfache Fernsprechen*, par K. Berger); traduit de l'allemand par M. LE NORMAND, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 4 fr. 50.

Pratique radiotélégraphique (*Radiotelegraphisches Praktikum*, par REIN), traduit de l'allemand par M. VIARD, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 9 francs.

La Téléphonie automatique, par M. MILON, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol.

La Télégraphie en Amérique (*American Telegraph Practice*, par DONALD MC NICOL); traduit de l'anglais par MM. PICAULT et VIARD, Ingénieurs des Postes et Télégraphes (1917). — 1 vol.

EN VENTE CHEZ GAUTHIER-VILLARS, ÉDITEUR, 55, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, PARIS, VI^e.

Traité de Téléphonie (extraits de *Telephony*, par ABBOTT); traduit de l'anglais par M. GILLES, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 4 francs.

Traité de Téléphonie pratique (extraits de *American telephone practice*, par KEMPSTER B. MILLER); traduit de l'anglais (1913). — 1 vol. Prix : 6 francs.

EN VENTE CHEZ ALBIN MICHEL, ÉDITEUR, 22, RUE HUYGHENS, PARIS, XIV^e.

Les câbles télégraphiques et téléphoniques (*Telegraphen und Fernsprechkabel-Anlagen*, par STILLE); traduit de l'allemand par MM. PICAULT, Ingénieur, et MONTORIOL, Sous-chef de section des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol. in-8°. Prix : 25 francs.

EN VENTE CHEZ BÉRANGER, ÉDITEUR, 15, RUE DES SAINTS-PÈRES, PARIS, VI^e.

UTILISATION DES LAMPES AMPLIFICATRICES POUR LES MESURES ÉLECTRIQUES ⁽¹⁾

Un voltmètre amplificateur à lecture directe

par M. HENRI ABRAHAM,

Professeur à la Sorbonne,

Membre du Comité Technique des Postes et Télégraphes.

Il y a une dizaine d'années, tandis que les mesures en courant continu atteignaient une grande sensibilité et s'effectuaient avec des appareils robustes, il n'y avait pas d'électromètre assez sensible pour mesurer un volt alternatif; et l'on décelait tout juste, sans pouvoir le mesurer correctement, un milliampère efficace avec l'appareil de Duddell.

Depuis lors, l'emploi des amplificateurs à lampes « audion » a permis d'augmenter beaucoup la sensibilité des mesures. Le pas décisif a été franchi quand on a eu l'idée de redresser les courants alternatifs amplifiés avant de les mesurer, c'est-à-dire de les transformer en courants continus à l'aide d'un *détecteur*.

Le *détecteur* radiotélégraphique qui, en redressant le courant alternatif, permet d'opérer sur du courant continu, rend possible le remplacement des appareils de laboratoire délicats et trop peu sensibles qui servaient jusqu'ici à la mesure des courants et des faibles voltages alternatifs par des appareils à aiguille et à pivot sensibles, robustes, transportables, à lecture directe. Ces appareils dont le *voltmètre amplificateur* est

(1) Conférence faite le 21 février 1920 à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes (Rédaction de MM. les Élèves). — Au cours de cette conférence de nombreuses expériences de mesures ont pu être réalisées grâce au concours de M. Valensi, Ingénieur des Télégraphes, à qui M. Abraham adresse ses vifs remerciements.

un premier type sont appelés à faire partie de l'outillage normal des mesures téléphoniques et radiotélégraphiques.

La lampe « audion », qui est un bon amplificateur, constitue aussi le plus pratique des détecteurs ; nous allons rappeler brièvement ses propriétés.

Propriétés de la lampe « audion ». — C'est l'Américain Lee de Forest qui en 1906 a découvert la lampe à 3 électrodes à laquelle il a donné le nom d'« audion ». A cette époque, de Forest n'a peut-être pas vu qu'il avait découvert la véritable « lampe merveilleuse » : c'est sans doute en partie parce que le vide n'était pas encore poussé assez loin dans ses appareils ; il y restait un peu d'air qui en rendait le fonctionnement quelque peu irrégulier. Les perfectionnements ont consisté surtout à pousser le vide jusqu'aux dernières limites possibles ; ils sont dus aux travaux simultanés qui ont été poursuivis en Amérique par Irving Langmuir et en France par le Service de la radiotélégraphie militaire (1) qui a créé au début de la guerre le type français d'audion dit « lampe T. M. » ou « lampe française ».

Avant de Forest, *Fleming* avait déjà créé un type de lampe détectrice dont la description et le fonctionnement sont les suivants : dans l'espace vide d'une lampe à filament de tungstène F, introduisons une plaque métallique P que l'on peut porter à un potentiel variable (figure 1); puis rendons le filament incandescent par le passage d'un courant de chauffage. Si la plaque P est portée à un potentiel positif, on constate que l'espace entre F et P devient conducteur et qu'un courant circule dans le vide de la

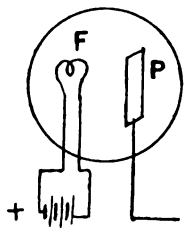


Fig. 1.
Valve de Fleming.

lampe, entre la plaque et le filament. Si, au contraire, on porte la plaque P à un potentiel négatif, on ne constate aucun courant entre le filament et la plaque. Tout se passe comme si le filament

(1) Rapport de M. Henri Abraham à M. le Ministre de la guerre sur les appareils à vide construits avec le concours de M. Biguet, concluant à la prise d'un brevet au nom de l'État Français (avril 1915).

émettait une abondante *vapeur d'électricité négative* qui serait constituée, d'après les hypothèses modernes, par des corpuscules très petits, appelés *électrons*, portant tous une même charge électrique négative, et dont chacun est près de 2.000 fois plus léger qu'un atome d'hydrogène. Ce phénomène de l'émission d'électricité par le filament d'une lampe à incandescence, était déjà connu sous le nom d'*effet Edison*.

Le mécanisme du fonctionnement de la valve de Fleming est celui-ci. Lorsque la plaque est à un potentiel positif elle attire et capte les électrons négatifs émis par le filament, et c'est ce qui constitue le courant plaque-filament. Quand, au contraire, la plaque est à un potentiel négatif, elle repousse les électrons et aucun courant ne peut passer.

Il en résulte que si la plaque est soumise à un potentiel alternatif, seules les alternances positives créent une circulation d'électrons; la lampe constitue donc un redresseur de courants. En construisant une lampe assez grosse, on peut obtenir une valve capable de redresser un courant de 1 ampère sous 100.000 volts, c'est-à-dire d'une puissance de cent kilowatts.

De Forest a apporté un perfectionnement considérable à la valve de Fleming en y introduisant une *grille* à l'aide de laquelle on commande le mouvement des électrons.

Entre le filament F, et la plaque P, introduisons une grille métallique G (figure 2). La plaque étant supposée à un potentiel positif, des électrons circulent de F vers P, ce qu'on exprime en disant qu'un courant passe de P vers F. Mais si l'on porte alors la grille à un potentiel négatif, elle repousse les électrons émanés de F, et par suite, elle modifie la circulation de ces électrons entre F et P; de sorte que, en faisant varier le potentiel négatif de la grille, on peut *moduler à volonté* le courant qui traverse la lampe entre la plaque et le filament. Nous avons ainsi le moyen de gouverner le courant du circuit de la plaque en agissant sur la tension grille. Cette grille

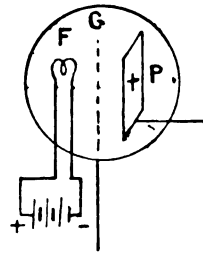


Fig. 2. — Audion de Lee de Forest.

joue le rôle d'un robinet infiniment facile à manœuvrer ou plutôt d'un servo-moteur qui serait absolument parfait. La grille étant négative, elle ne débite en effet aucun courant dans la lampe, et, par suite, *elle ne consomme aucune énergie*.

Dans le modèle de lampe de la Radiotélégraphie militaire, le filament est en tungstène, la plaque en nickel, la grille en nickel ou en molybdène.

Dans certains types de lampes américaines, le filament incandescent est recouvert d'un oxyde métallique, généralement de la chaux, ce qui rend l'émission d'électrons plus active, et il n'est alors pas nécessaire de chauffer le filament au rouge blanc comme dans les lampes à filament métallique pur. Les lampes à oxydes ont, par contre, l'inconvénient de s'altérer beaucoup par toute chauffe excessive.

Caractéristiques de la lampe. — Il est facile de traduire ce langage par des courbes. Prenons d'abord la valve de Fleming : le courant de chauffage du filament étant supposé constant, portons en abscisse le potentiel de la plaque et en ordonnée l'inten-

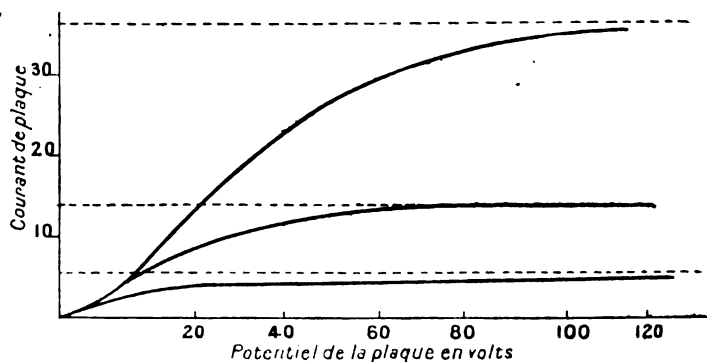


Fig. 3.

sité du courant filament plaque (figure 3). Les courbes obtenues montrent en particulier que si, à chauffage constant, on augmente le potentiel de la plaque, le courant augmente, mais il ne dépasse pas un certain « courant de saturation » qui est atteint lorsque

tous les électrons émis par le filament sont captés par la plaque. L'intensité du courant de saturation augmente avec le chauffage, comme le montre la figure 3 où l'on a tracé les courbes de saturation pour une série de trois chauffages croissants.

Prenons maintenant l'audion de de Forest. Si le courant de chauffage du filament et le potentiel de la plaque restent constants, le courant plaque-filament dépend du voltage de la grille (fig. 4).

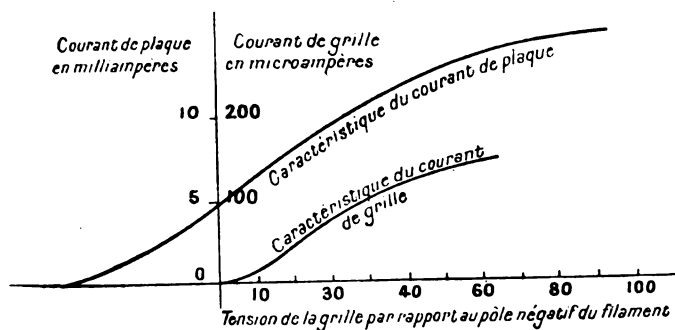


Fig. 4.

En outre, quand la grille est positive par rapport au filament, il existe un courant grille-filament qui dépend aussi du voltage de la grille. Il y a donc deux caractéristiques à considérer : celle du courant de plaque et celle du courant de grille. Pour les placer sur le même graphique dans la figure 3, nous avons dû employer des échelles différentes pour les deux courants : l'ordonnée qui représente 10 milliampères du courant de plaque représente seulement 200 microampères du courant de grille. Le circuit de grille, débitant très peu de courant, est donc analogue à un circuit contenant une résistance très considérable, de l'ordre des centaines de millions d'ohms.

Les deux courbes caractéristiques de la figure 4, construites pour le chauffage normal du filament, correspondent à un potentiel fixe de + 120 volts, maintenu sur la plaque. Si l'on augmente le potentiel de la plaque, on constate que la caractéristique du courant de plaque se déplace, sans grande déformation, d'un mouvement de translation vers la gauche. Si la tension de plaque diminue, le déplacement d'ensemble se produit vers la droite. La

courbe caractéristique du courant de grille, au contraire, dépend très peu de la tension de la plaque.

Emploi de l'audion comme détecteur. — Le problème est le suivant : le filament P étant chauffé à l'incandescence par une batterie indépendante, et la plaque étant portée à un potentiel positif, on produit entre le filament et la grille des variations de tension alternatives : il s'agit d'obtenir un courant redressé dans le circuit de la plaque. Parmi les diverses solutions du problème, le montage le plus employé est celui dont le diagramme est représenté par la figure 5.

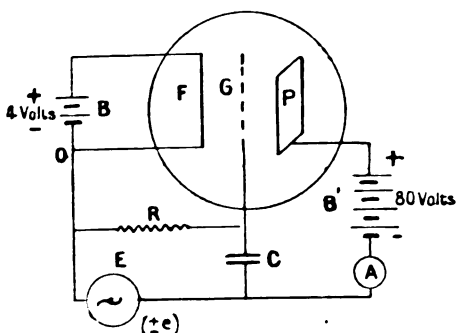


Fig. 5.—Emploi de l'audion comme redresseur

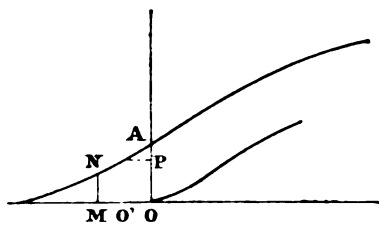


Fig. 6.

En l'absence de toute f. e. m. alternative on a dans le circuit de plaque un courant continu I représenté sur la figure 6 par la longueur OA . C'est ce courant que l'on mesurait avec l'ampèremètre A dans le montage de la figure 5. Si maintenant la source établit, entre la grille et le filament, une différence de potentiel alternative $\pm E$, le courant de plaque devra varier. Considérons en effet ce courant comme la somme du courant continu initial I et d'un courant variable qui serait dû à la f. e. m. E . Quand cette source E rend la grille négative, aucun courant ne passe dans le circuit grille-filament ; la grille reste donc au potentiel $E = OM$. Le courant de plaque, au lieu d'être égal à $OA = I$, est alors égal à MN ($= OA - AP$). La source E tend ensuite à rendre la grille positive ; mais aussitôt la grille attire les électrons et un courant grille-filament passe à travers la lampe et par conséquent, aussi

à travers le condensateur C ; de sorte que le potentiel de la grille au lieu d'atteindre la valeur $+E$ n'atteindra qu'une tension positive voisine de zéro. Pendant les alternances positives de E , on aura donc dans le circuit de plaque à peu près le même courant I ($\equiv OA$) que si la f. e. m. n'existait pas ; tandis que pendant les alternances négatives, on aura un courant MN ($\equiv OA - AP$) qui sera nettement plus faible que le courant primitif. Ainsi quand la source E fonctionne, il se superpose au courant initial I un nouveau courant dont la valeur moyenne est toujours de sens opposé à I . Le fonctionnement de la lampe a donc pour effet de transformer les variations alternatives de tension de la grille en une *diminution du courant moyen* débité par la plaque et cette variation permanente révèle l'existence de la f. e. m. alternative E .

Si l'on s'en était tenu à l'introduction du condensateur C , il se serait produit une petite difficulté. Ce que nous venons de dire suppose en effet que le potentiel initial de la grille est nul. Or le jeu des électrons rend la grille négative et, au bout d'un certain temps, le potentiel de cette grille sera représenté par O' et non plus par O . Si, alors, on arrêta les oscillations pour recommencer ensuite avec des tensions plus faibles, comme dans ce second cas les potentiels oscilleraient autour de O' , il n'y aurait plus de courant de grille, donc plus de redressement. C'est pour corriger ce défaut que le condensateur C est shunté par la résistance R : celle-ci est assez grande pour ne pas court-circuiter la source E ; elle n'empêche donc pas la grille de prendre le potentiel $-E$, mais elle est assez conductrice pour ramener le potentiel de la grille à une valeur initiale toujours la même entre deux émissions d'oscillations électriques.

Emploi de l'audion comme amplificateur. — L'emploi de l'au-

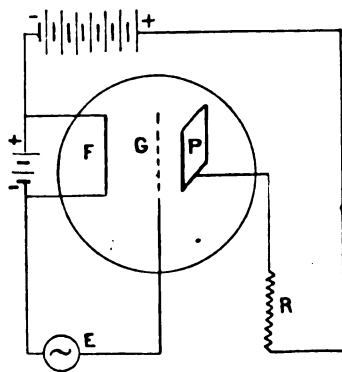


Fig. 7. — Emploi de l'audion comme amplificateur.

dion comme amplificateur est basé sur le fait que les variations du courant de plaque sont plus fortes que celles du courant grille. Appliquons donc à la grille G (figure 7) une force électromotrice variable E , et introduisons dans le circuit de la plaque une résistance convenablement choisie R . Aux bornes de cette résistance, outre la d. d. p. continue due au courant continu plaque-filament, on recueillera une d. d. p. variable dont l'amplitude se trouve être environ 5 fois plus forte que celle fournie par la source E .

Pour obtenir une plus grande amplification on peut reporter cette d. d. p. amplifiée sur la grille d'une 2^e lampe, et l'on a alors une amplification de $5^2 = 25$. On peut encore prendre une lampe de plus et l'on obtient une amplification de $5^3 = 125$ et ainsi de suite.

Finalement, on peut encore redresser les courants alternatifs au moyen d'une dernière lampe montée en détectrice. On obtient ainsi par exemple un amplificateur-détecteur comme celui que représente la figure 8, qui comporte deux lampes amplificatrices et une lampe détectrice.

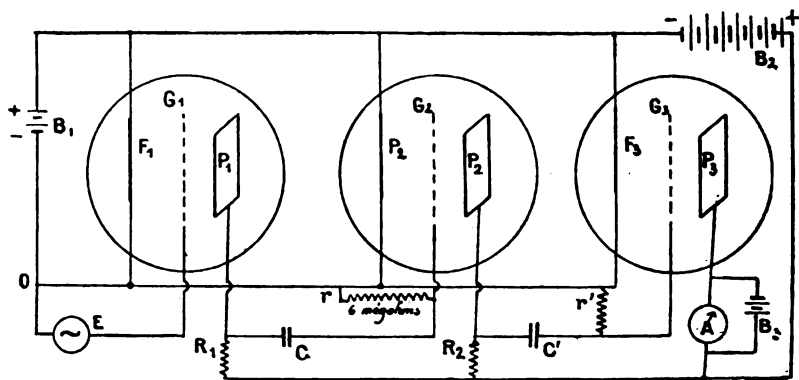


Fig. 8. — Voltmètre amplificateur.

Voltmètre amplificateur à lecture directe. — C'est un appareil ainsi constitué qui va nous servir aux mesures des courants et voltages alternatifs très faibles. Cet appareil a été construit par les Ateliers Carpentier.

La même batterie B_1 de 4 volts (figure 8) chauffe les 3 filaments et une autre batterie B_2 (de 50 à 150 volts) charge les 3 plaques.

Les variations de potentiel de la source E , se retrouvent, amplifiées, aux bornes de la résistance R_1 . Pour transmettre ces variations de potentiel à la grille G_2 , nous relions la grille G_1 à la résistance R_1 par l'intermédiaire d'un condensateur C . Comme il nous faut, d'autre part, maintenir la grille G_2 , au repos, à un potentiel voisin de zéro, nous devons encore relier cette grille G_2 au pôle positif du filament par une résistance r qu'il convient de prendre égale à quelques mégohms. Le condensateur C' et la résistance r' assurent d'autre part le fonctionnement en détecteur de la 3^e lampe (1).

Le milliampèremètre A (fig. 8) permet de mesurer le courant redressé provenant de la superposition des effets d'amplification et de détection. Pour pouvoir augmenter beaucoup sa sensibilité, on est conduit à compenser la partie constante du courant de plaque qui le traverse. A cet effet, on le relie, dans le sens convenable à une batterie auxiliaire B_3 qui est en série avec un rhéostat que l'on règle de manière que l'aiguille de A soit au zéro dans la position de repos, c'est-à-dire quand E donne une d. d. p. nulle.

APPLICATION AUX MESURES

1^o Mesure des voltages alternatifs faibles. — Pour nous faire une idée de la sensibilité des mesures, opérons d'abord sur le courant du secteur de distribution électrique industrielle (42 périodes), dont nous réduisons la tension par un potentiomètre.

Pour 100 millivolts, l'aiguille du milliampèremètre dévie de toute l'échelle. L'appareil de la figure 8 constitue donc un milli-

(1) Dans cet appareil le courant amplifié produit dans le circuit plaque d'une lampe est transmis au circuit grille de la suivante par l'intermédiaire d'une résistance R_1 (ou R_2) et d'un condensateur ; on peut remplacer ces résistances et ces condensateurs par des *transformateurs*. On obtient ainsi une amplification plus grande, d'environ 10 par étage parce qu'on économise les pertes dans les résistances r . Avec 5 étages on multiplierait donc l'intensité initiale par 10^5 et la puissance initiale par 10 milliards. — Remarquons toutefois qu'un même amplificateur à transformateurs ne peut pas être employé indifféremment pour toutes les fréquences, comme on peut le faire pour un amplificateur à résistances.

voltmètre. Nous pourrions aussi constater que sa résistance intérieure est de l'ordre des centaines de milliers d'ohms, bien plus grande, par conséquent, que celle des voltmètres ordinaires.

En haute fréquence, la sensibilité est encore un peu plus grande. En prenant comme source un oscillateur à lampe à 3 électrodes (hétérodyne), nous voyons en effet qu'en haute fréquence il suffit de 60 millivolts pour avoir une déviation égale à toute l'étendue de l'échelle. Avec 30 millivolts, on a un peu moins de la moitié ; avec 6 millivolts on a environ $1/20$ de l'échelle. On obtient, ainsi, une sensibilité d'autant plus faible que la tension à mesurer est plus basse. C'est le cas de la plupart des appareils de mesure en courant alternatif. Mais ici nous décelons des voltages bien plus faibles qu'avec les appareils employés précédemment.

2° *Mesures des courants alternatifs faibles* (par exemple des courants téléphoniques). — Prenons comme source de courants un micro-alternateur à fréquence téléphonique constitué par une sorte de petite cage d'écureuil à barreaux de fer, tournant devant les pôles d'un récepteur téléphonique. On peut faire tourner le rotor à la main avec une vitesse constante grâce à un débrayeur à force centrifuge. En branchant un téléphone aux bornes de ce micro-alternateur et en mesurant, en même temps, avec le *voltmètre-amplificateur*, la différence de potentiel aux bornes du téléphone on observe une déviation importante alors que le son dans le téléphone est à peine perceptible.

Le *voltmètre amplificateur à lecture directe* peut donc se prêter avec une grande commodité à la mesure des courants de conversation qui sont d'intensité et de fréquence comparables à celles du courant engendré par le micro-alternateur qui vient de nous servir.

En branchant le circuit d'un microphone aux bornes du voltmètre amplificateur, et en prononçant d'une voix normale la lettre A à un mètre du microphone, on constate que l'aiguille du milliampèremètre dévie de toute l'étendue de l'échelle ; la voyelle O produit une déviation moindre, la voyelle É une déviation faible, et la voyelle I une déviation à peu près insensible. Des mesures de ce genre permettent de mettre en évidence pour tout un auditoire,

et aussi d'étudier avec précision, au laboratoire, la façon dont un microphone reproduit les différentes voyelles.

3^e *Mesure des selfs et des capacités.*

L'appareil permet de faire facilement les mesures de selfs et de capacités par la méthode de résonance. Nous emploierons comme oscillateur un générateur à lampes (hétérodyne), et, pour apprécier la résonance, nous continuons à nous servir de notre voltmètre amplificateur à lecture directe.

Les grandes selfs ou les grandes capacités se mesurent sans difficulté avec des courants de basse fréquence ; mais, pour les petits selfs ou pour les petites capacités, on doit avoir recours à des courants de haute fréquence, puisque, au moment de la résonance, il faut nécessairement satisfaire à la relation connue :

$$L \omega^2 C = 1 \quad \left(\omega = \frac{2\pi}{T} \right)$$

Bien entendu, nous employons des accouplements tels que la déviation maxima du voltmètre amplificateur soit très grande, tout en restant dans les limites de la graduation. Le maximum de déviation indique nettement la résonance. La self ou la capacité mesurée se calcule alors par la formule ci-dessus, en fonction de la capacité ou de la self connue mise en résonance avec elle.

On peut aussi mesurer des selfs et des capacités extrêmement petites par une méthode de différence. On monte la capacité à mesurer en parallèle avec une capacité variable étalonnée ; on règle celle-ci à la résonance, puis on retire la capacité à mesurer et on réalise de nouveau la résonance : la différence des lectures faites sur la capacité variable fournit la mesure de la capacité cherchée. On mesure ainsi, par exemple, la capacité de 2 fils câblés d'une longueur de quelques centimètres à peine et la limite de sensibilité correspond à peu près à la mesure de la capacité d'une sphère isolée grosse comme la tête d'une épingle.

SUR LES LAMPES A 3 ÉLECTRODES

ET

LES PROGRÈS RÉCENTS DE LA TÉLÉPHONIE SANS FIL ⁽¹⁾

Par M. GUTTON,

Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy,
Membre du Comité Technique des Postes et Télégraphes.

Une antenne radiotélégraphique est parcourue par des courants de fréquence comprise entre 30.000 et 3.000.000; les ondes électromagnétiques qu'elle rayonne autour d'elle induisent dans l'antenne de réception des courants de même fréquence. La réception au son des signaux télégraphiques ou des conversations téléphoniques sans fil n'est pas possible, en utilisant directement ces courants dans un téléphone. La membrane ne peut suivre des fréquences aussi élevées, qui sont d'ailleurs inaudibles et des courants si rapidement variables ne parcourent qu'avec une intensité minime les enroulements du téléphone. D'autre part, on ne peut compter sur l'effet moyen de ces courants, car leur intensité moyenne est nulle; les effets successifs des alternances positives et négatives sont égaux et inverses, se compensent et ne produisent aucun déplacement de la membrane téléphonique.

Dans tout récepteur radiotélégraphique ou radiotéléphonique, il est nécessaire de faire intervenir un organe supplémentaire, le *détecteur*. Celui-ci supprime en partie l'une des alternances du courant de haute fréquence et, en laissant passer de préférence toutes les alternances de même sens, transforme le courant périodique en un courant partiellement redressé (fig. 1), dont l'intensité moyenne n'est plus nulle.

(1) Conférence faite le 7 février à l'École supérieure des Postes et Télégraphes.

Détection. — Vous me permettrez de vous rappeler d'abord très sommairement le mode de fonctionnement d'un détecteur.

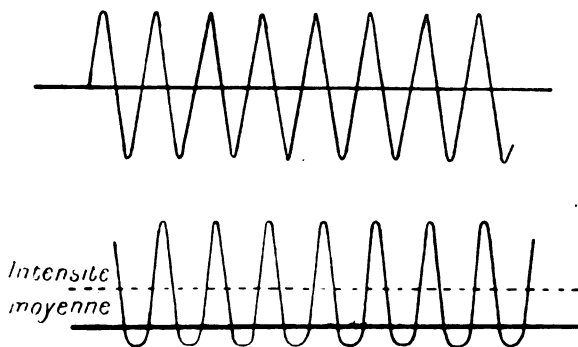


Fig. 1.

Un détecteur est un redresseur de courant, susceptible de suivre de très hautes fréquences. Tout organe pour lequel la différence de potentiel entre les bornes n'est pas proportionnelle au courant qui le traverse, c'est-à-dire dont la résistance n'est pas indépendante du courant, comme celle d'un conducteur qui suit la loi d'Ohm, peut servir de détecteur.

Tel est le cas de l'ensemble constitué par un morceau de galène ou sulfure de plomb naturel cristallisé sur la surface duquel touche la pointe d'un fil métallique (fig. 2).

Pour un nombre donné de volts entre les bornes B et B', le courant passe plus facilement dans un sens que dans l'autre. En représentant (fig. 3) l'intensité du courant en fonction du nombre de volts aux bornes, on obtient une courbe qui monte plus vite d'un côté de l'origine O qu'elle ne descend de l'autre.

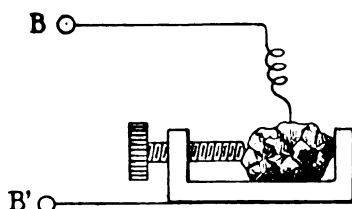


Fig. 2.

Lorsqu'on établit entre les bornes une différence de potentiel alternative variant entre OA et OB, le courant maximum qui correspond à l'une des alternances est AA', tandis que celui qui correspond à l'autre n'est que BB'.

Cette inégalité est d'autant plus prononcée qu'autour du point O, la courbure de la courbe A' B' est plus grande. L'une des alternances du courant est ainsi plus développée que l'autre (fig. 1), l'intensité moyenne n'est plus nulle et on peut regarder le courant détecté comme la superposition d'un courant alternatif de haute fréquence et d'un courant continu.

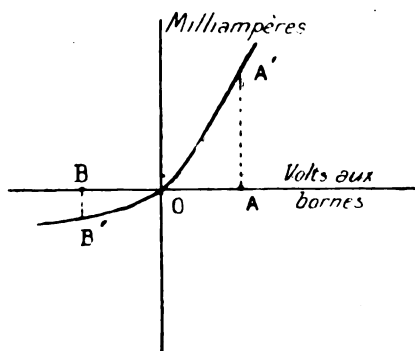


Fig. 3.

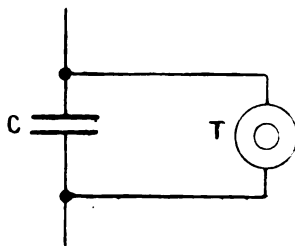


Fig. 4.

Envoyons ce courant dans un téléphone T (fig. 4), sur lequel nous aurons disposé, en dérivation, un condensateur C; le courant alternatif passe par le condensateur et le courant continu par le téléphone, son passage provoque une déformation de la membrane téléphonique.

Si maintenant l'amplitude du courant de haute fréquence éprouve des variations d'amplitude de fréquence acoustique (fig. 5), le courant moyen détecté fait rendre au téléphone un son dont les vibrations reproduisent les variations d'amplitude du courant de haute fréquence.

On fait ainsi agir sur un téléphone dans les communications sans fil, non la fréquence inaudible des oscillations de l'antenne, mais des variations à basse fréquence de l'amplitude de ces oscillations. Des courants de haute fréquence d'amplitude constante ne sont pas entendus, la membrane téléphonique est déplacée à l'instant de leur arrivée mais ne vibre pas durant leur passage dans les appareils récepteurs.

Un poste à étincelles émet à chaque étincelle un certain nombre d'oscillations amorties puis s'arrête jusqu'à l'étincelle suivante. La membrane téléphonique du récepteur périodiquement dépla-

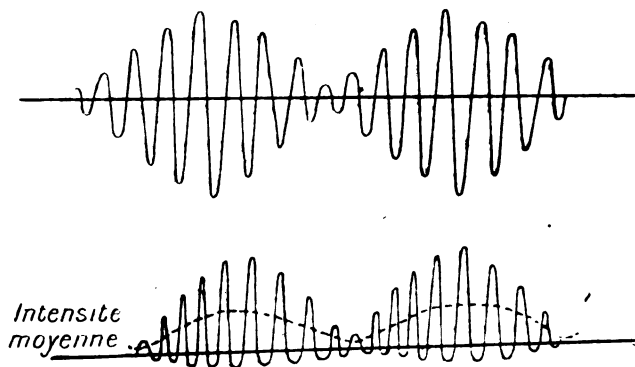


Fig. 5.

cée effectue alors une série de vibrations et rend un son dont la hauteur correspond au nombre d'étincelles par seconde. L'émission de séries courtes ou longues d'étincelles permet la réception, par sons brefs ou longs, des signaux de l'alphabet Morse.

Principe de la téléphonie sans fil. — Si nous voulons faire de la téléphonie sans fil, nous devons, non pas employer un poste transmetteur à étincelles qui donnerait à la réception un son continu de hauteur invariable, mais un poste à ondes entretenues à amplitude constante; en l'absence de toute perturbation d'amplitude un tel poste sera, en effet, sans action sur le récepteur, tout comme un courant continu est sans effet sur un téléphone.

Il ne restera plus qu'à faire varier l'amplitude des oscillations de haute fréquence en utilisant les variations de résistance d'un microphone devant lequel on parle.

Tel est le principe de la transmission téléphonique sans fil qui pose les deux problèmes suivants : réaliser un poste à ondes entretenues d'amplitude bien constante et provoquer par un microphone des variations de cette amplitude.

La réception se fera sur un poste radiotélégraphique sans aucune modification de celui-ci.

Les premiers essais de téléphonie sans fil ont été tentés en se servant de l'arc électrique pour entretenir les oscillations de l'antenne. Il y a plusieurs années, MM. Colin et Jeance ont fait, en France, par ce procédé de très intéressantes expériences et obtenu de bonnes communications radiotéléphoniques. Mais l'arc ne se prête pas sans difficultés à la transmission sans fil de la parole. Ses oscillations ne sont pas toujours absolument constantes et surtout sont trop stables pour qu'il soit facile de moduler leur amplitude. Pour obtenir une action suffisante du microphone, on est alors obligé d'y admettre une intensité de courant bien supérieure à celle que tolèrent les microphones ordinaires et d'utiliser des appareils spéciaux qui leur sont inférieurs comme pureté de reproduction de la voix.

D'autre part, le poste à arc de petite puissance est difficile à réaliser et restreint, par suite, l'application de la téléphonie sans fil aux stations de grande importance.

La lampe à trois électrodes imaginée peu de temps avant la guerre par l'ingénieur américain de Forest, qui a contribué pour la plus large part aux très grands et récents progrès de la télégraphie sans fil, a simplifié considérablement le problème de la téléphonie sans fil. Pour toute puissance, elle a permis d'entretenir le long d'une antenne des oscillations d'une remarquable régularité auxquelles on peut donner tel degré de stabilité que l'on désire. Il est par suite possible de les rendre sensibles aux moindres influences et d'employer en radiotéléphonie les bons microphones en usage sur les lignes.

La lampe de de Forest a de plus considérablement augmenté la sensibilité des récepteurs et c'est là un progrès surtout utile en radiotéléphonie. Il est, en effet, facile de prévoir qu'un même récepteur reçoit avec moins d'intensité une transmission téléphonique qu'une transmission télégraphique.

Lors de l'émission de signaux Morse, on supprime et on rétablit complètement le courant dans l'antenne, profitant ainsi de toute l'amplitude de ce courant. Lors de conversations téléphoniques, on fait seulement varier cette amplitude d'une fraction de sa valeur totale. Les actions sur un microphone des diverses syl-

labes sont très différentes, les voyelles *a* et *o* produisent de grandes variations de résistance, l'effet de la voyelle *i* est beaucoup moindre et c'est justement à cette diversité qu'est dû le fait qu'un courant microphonique suit les vibrations sonores jusque dans leurs moindres détails. Si un transmetteur téléphonique sans fil est réglé de telle sorte que la syllabe la plus active produise une variation d'amplitude du courant dans l'antenne presque égale à l'amplitude totale, une syllabe moins active produit un effet beaucoup moindre. L'audition de la parole n'étant intelligible que si les syllabes sont toutes reproduites la portée d'un poste téléphonique n'est pas comme en télégraphie celle qui correspond à l'intensité totale du courant dans l'antenne, mais seulement celle qui correspond à une faible fraction de cette intensité.

Pour retrouver des portées suffisantes, le seul moyen consiste à employer des récepteurs plus sensibles; or la lampe de de Forest permet non seulement de réaliser le transmetteur, mais encore de considérablement améliorer le récepteur.

Nous allons donc nous occuper quelques instants du fonctionnement de cette lampe et de ses usages comme détecteur, comme relais-amplificateur ou comme générateur d'oscillations entretenues.

Lampe à deux électrodes ou valve-redresseur. — Soit une ampoule de lampe à incandescence bien vidée d'air dans laquelle sont disposés le filament *f* (fig. 7), que l'on porte à l'incandescence en y faisant passer le courant fourni par une batterie d'accumulateurs *P*, et une plaque métallique *p*.

Portons cette plaque à un potentiel plus élevé que le filament en la réunissant au pôle positif d'une pile *P'* ou d'une petite dynamo à courant continu dont le pôle négatif est relié en *O* au filament. Intercalons sur ce circuit un milliampèremètre *G*; lorsque la lampe est allumée, on constate qu'il y passe un courant. Ce courant, évidemment fourni par la pile *P'*, traverse nécessairement l'espace vide qui sépare la plaque du filament.

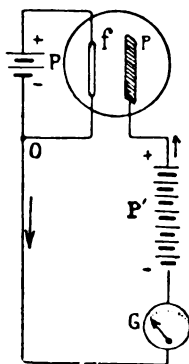


Fig. 6.

C'est Edison qui, en 1884, a montré l'existence de ce courant. Depuis, à la suite des études récentes sur l'ionisation des gaz, les rayons cathodiques, la radioactivité, la constitution de la matière, ce transport de charges dans un espace vide d'air a été expliqué et étudié surtout par Richardson et par Langmuir.

On a été amené, par l'observation d'un très grand nombre de phénomènes, à concevoir l'existence dans les métaux de ces grains immatériels d'électricité négative qui ont été appelés *électrons*. Ces électrons, tous identiques entre eux, sont libres de circuler dans les intervalles qui séparent les atomes du métal.

Lorsqu'en réunissant les deux extrémités d'un fil conducteur aux pôles d'une pile, on crée dans ce fil un champ de force électrique, les électrons sont entraînés et le transport de charges négatives qui en résulte constitue ce que nous appelons le courant électrique. Le sens du transport est inverse du sens qu'on a l'habitude d'appeler « sens du courant » parce qu'on a choisi autrefois, par convention, pour ce sens celui qui correspondrait à un transport d'électricité positive.

Les électrons, dans les conditions ordinaires de température, ne sortent pas du métal, car leur sortie est arrêtée par les charges positives qu'ils libèrent à la surface du métal et qui les y retiennent. Mais, les atomes des corps sont constamment en mouvement autour de leur position moyenne et leur vitesse d'agitation croît avec la température, or les électrons participent à cette agitation. A la température très élevée du filament leur vitesse devient suffisante pour que quelques-uns puissent traverser la surface du métal et sortir.

Si nous disposons une plaque chargée positivement au voisinage du filament, celle-ci attire les électrons qui sont sortis, ils se dirigent vers elle avec de très grandes vitesses et sont immédiatement remplacés par d'autres qui sortent du filament.

Il y a transport des charges négatives de ces électrons du filament vers la plaque et par suite passage d'un courant, dont le sens, avec la convention habituelle, est celui qui va de la plaque au filament.

Si, la force électromotrice de la pile P' qui charge la plaque

étant d'abord petite, on l'augmente, le nombre d'électrons captés par la plaque et l'intensité du courant mesuré par le milliampèremètre augmentent aussi, mais cette augmentation cesse bientôt et le courant se fixe à une valeur constante A B (fig. 7) qu'on appelle *courant de saturation* et qu'on ne peut dépasser en augmentant le nombre des éléments de la pile ; la plaque attire alors, dès leur sortie du métal, tous les électrons que peut émettre le filament et le courant atteint une intensité qui ne peut être dépassée. En augmentant alors sa température du filament, on augmente le nombre des électrons qu'il émet et on voit croître le courant de saturation.

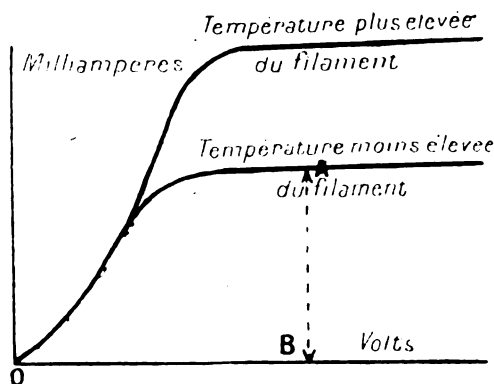


Fig. 7.

Si on inverse la polarité de la pile P' , la plaque négative repousse les électrons et le courant ne passe pas. Une lampe à deux électrodes, filament et plaque, constitue donc une valve qui ne laisse passer les courants que dans un sens. Fleming l'a utilisée comme détecteur radiotélégraphique ; on l'emploie sous le nom de *kénotron* comme redresseur de courant alternatif.

Lampe à trois électrodes ou valve-relais. — La valve à deux électrodes n'est qu'un redresseur de courant, de Forest eut l'ingénieuse idée de faire un relais. A cet effet, il ajoute, entre la plaque et le filament, une troisième électrode, la *grille*, et réalise ainsi, sous le nom primitif d'*audion*, un organe remarquable auquel sont dus les rapides et récents progrès de la radiotélégraphie et de la radiotéléphonie.

La grille, comme son nom l'indique, est un cadre métallique parallèlement à l'un des côtés duquel sont tendus des fils métalliques équidistants. On l'interpose (fig. 8) entre le filament et la plaque de sorte que les électrons ne peuvent atteindre cette dernière qu'en passant entre les fils au travers des mailles de la grille.

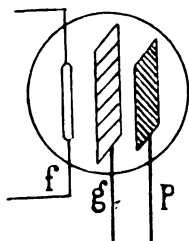


Fig. 8.

La grille et la plaque ne sont pas nécessairement planes. On peut aussi constituer la plaque par un cylindre en tôle de nickel, suivant l'axe duquel est tendu le filament. La grille est un fil enroulé en hélice entre la plaque et le filament (fig. 9).

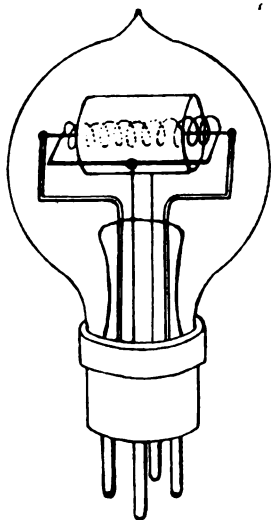


Fig. 9.

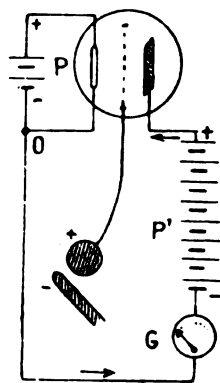


Fig. 10.

La plaque étant toujours chargée positivement par une pile P' , réunissons la grille (fig. 10) à une boule métallique isolée et approchons de cette boule un bâton de cire à cacheter que nous avons électrisé négativement en le frottant.

La grille prend par influence une charge négative, elle repousse les électrons, les empêche de passer et d'atteindre la plaque. Le

milliampèremètre G sur le circuit de la pile P' indique que l'intensité du courant diminue.

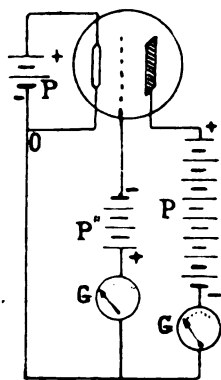
Il faut très peu d'énergie pour changer l'état d'électrisation de la grille; nous avons réalisé un appareil capable de couper le courant d'une pile, lorsqu'on lui fournit une quantité d'énergie tout à fait minime. Cet appareil est donc un relais très sensible.

Pour fermer à nouveau le courant, il suffit de laisser la grille revenir à son état d'électrisation primitif en enlevant le bâton de cire électrisé.

Un tel relais est d'une fidélité remarquable, il n'a aucun organe mécanique, donc aucun frottement et pas d'inertie, celle des électrons étant tout à fait négligeable. Ce relais obéit tellement rapidement qu'on lui fait suivre des courants jusqu'à une fréquence de 100.000.000 de périodes par seconde. En T. S. F. on n'atteint pour les ondes déjà très courtes de 300 mètres qu'une fréquence 100 fois plus petite. Quant aux courants téléphoniques, ils restent bien au-dessous de ces fréquences.

Afin d'étudier ce relais, nous chargerons le potentiel de la grille en la reliant à l'un des pôles d'une pile P'', dont l'autre pôle est réuni au filament (fig. 11). En modifiant le nombre d'éléments de cette pile et sa polarité, nous pouvons établir entre la grille et le filament une différence de potentiel variable à volonté.

Si la grille est négative et son potentiel assez bas, le courant de plaque indiqué par le milliampèremètre G est nul. En enlevant des éléments à la pile P'' un courant apparaît. Il croît lorsque le potentiel de la grille s'approche de celui du filament jusqu'à atteindre cette dernière valeur lorsque la pile est supprimée et la grille directement réunie au filament. Le courant continue à augmenter lorsqu'ayant inversé la polarité de la pile P'' et augmenté le nombre d'éléments, on charge la grille positivement. L'intensité se fixe, enfin, lorsque le



11

Fig. 11.

courant de saturation est atteint. On appelle *caractéristique de plaque*, la courbe (fig. 12) qui représente ces variations du courant de plaque en fonction de la tension de grille.

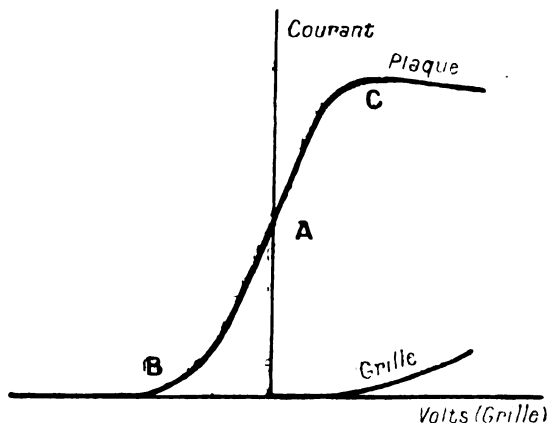


Fig. 12.

Quant au courant de grille que mesure un milliampèremètre G' , il est nul tant que la grille négative repousse les électrons. Lorsque la grille est positive, ce courant reste toujours très petit vis-à-vis du courant de plaque. Sauf toutefois au cas où la pile P'' atteindrait une force électromotrice de l'ordre de celle de la pile P . Ce dernier mode de fonctionnement n'est pas, en général, utilisé ; la grille prendrait alors des électrons en nombre notable, les enlèverait à la plaque dont le courant baisserait.

La lampe à 3 électrodes construite par la Radiotélégraphie militaire est plus vidée que l'audion de de Forest, elle est du type appelé par les Américains *pliotron*. Ce sont ces lampes bien vidées, dans lesquelles de l'air intérieur à l'ampoule n'intervient plus qui ont les propriétés simples que nous venons de décrire et le fonctionnement le plus régulier.

Une première application immédiate de la lampe à 3 électrodes est la réalisation du relais téléphonique que des combinaisons électro-mécaniques n'avaient jamais permis auparavant de rendre pratique.

Emploi de la lampe en relais-amplificateur. — Soient deux fils L et L' (fig. 13) qui arrivent à un récepteur téléphonique soit pour la communication téléphonique par les lignes, soit pour la réception radiotéléphonique ou radiotélégraphique. Si l'intensité est beaucoup trop faible, on utilise la lampe comme relais de la manière suivante.

On fait arriver la ligne LL' au primaire d'un transformateur T dont le secondaire est intercalé sur le circuit de grille d'une lampe. Les variations d'intensité du faible courant reçu induisent dans ce secondaire une force électromotrice qui modifie le potentiel de la grille. Il en résulte des variations correspondantes amplifiées de l'intensité du courant fourni par la pile P' dans le circuit de plaque.

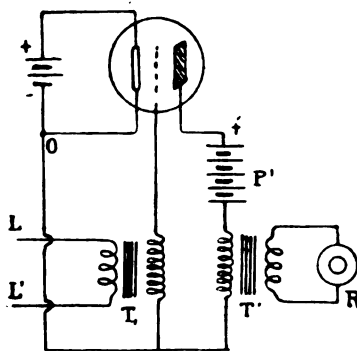


Fig. 13.

On intercale le téléphone R par l'intermédiaire d'un transformateur T' sur ce circuit.

Comme il n'y a pas de pile sur le circuit de grille, le potentiel moyen de la grille est celui de l'extrémité négative du filament qui correspond sur la courbe caractéristique (fig. 12) au point A. Cette courbe étant rectiligne autour de A, les variations du courant amplifié sont proportionnelles aux variations du courant dans la ligne et la parole est exactement reproduite.

Si l'amplification est insuffisante, on peut avec une seconde lampe et un transformateur T₂ (fig. 14), amplifier une seconde, puis une troisième fois. On dispose le récepteur R sur le circuit de plaque de la dernière lampe. On se sert de la même batterie d'accumulateurs P pour chauffer les trois filaments et de la même pile P' pour charger les trois plaques.

Si une lampe amplifie 10 fois, 2 lampes amplifient environ 10×10 ou 100 fois et trois lampes 100×10 ou 1000 fois.

Emploi de la lampe en détecteur. — La lampe à grille est aussi un excellent détecteur. On profite pour redresser les courants de

la courbure B (fig. 12) de la caractéristique de plaque. Avec un potentiomètre V (fig. 15) on amène le potentiel de grille à être

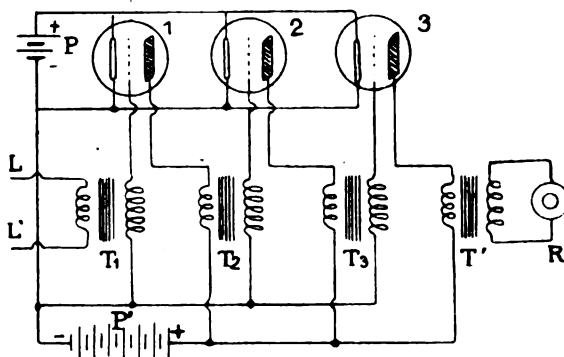


Fig. 14.

celui qui correspond à cette région B. On dispose le circuit oscillant de réception LC couplé à l'antenne sur le circuit de grille. Des variations du potentiel de grille, produites par les oscillations du circuit de réception, provoquent, à cause de la courbure de la caractéristique, des variations, inégales dans les deux sens, de

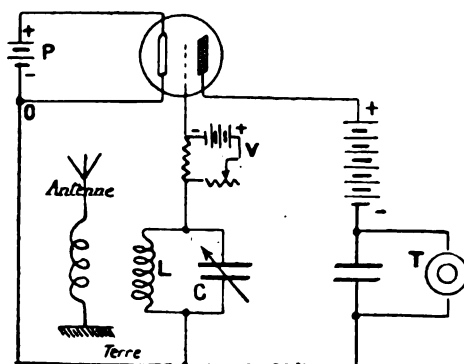


Fig. 15.

l'intensité du courant dans le circuit de plaque et il y a détection pour un téléphone T intercalé sur ce circuit, directement ou par l'intermédiaire d'un transformateur.

Un autre mode de montage un peu différent, consiste à réunir

le circuit de grille au pôle positif de la pile P et à remplacer le potentiomètre par un petit condensateur de capacité égale seulement à quelques cent millièmes de microfarad ; en dérivation sur les armatures on dispose une résistance de quelques megohms.

Le détecteur à lampes a un gros avantage sur la galène, parce que la lampe détecteur n'est pas seulement un redresseur mais encore un relais. Le détecteur à galène emprunte à l'antenne toute l'énergie qui est nécessaire au fonctionnement du téléphone et par là même amortit beaucoup les oscillations de celle-ci. Le détecteur à lampes prend très peu d'énergie à l'antenne et fonctionnant en relais demande celle-ci à la pile locale P'. Il en résulte un amortissement beaucoup moindre qui se traduit par une plus grande sensibilité et surtout par une plus grande acuité des résonances ; celles-ci devenant beaucoup plus nettes permettent une plus facile séparation des signaux des différents postes.

Emploi de la lampe comme générateur d'oscillations. — La lampe à 3 électrodes qui par son fonctionnement en détecteur et en amplificateur, améliore considérablement les récepteurs radiotélégraphiques, a encore fourni le moyen de créer des postes transmetteurs nouveaux, à ondes entretenues, qui présentent en radiotélégraphie de multiples avantages et permettent en même temps la réalisation pratique et facile de la téléphonie sans fil.

Une antenne excitée par une suite discontinue d'étincelles se trouve dans des conditions analogues à celles d'un pendule à oscillations très amorties auquel on donnerait de temps en temps un choc ; une antenne excitée par des lampes est, au contraire, l'analogie d'un pendule d'horloge qui oscille sans arrêt et avec une amplitude constante, son mouvement étant entretenu, grâce à l'échappement, par le ressort ou le poids moteur.

Pour entretenir les oscillations d'une antenne AT (fig. 16), on intercale, à la fois dans cette antenne et dans le circuit de plaque d'une lampe, une bobine B. Ce circuit comprend également la pile P' qui charge la plaque.

Une batterie d'accumulateurs P chauffe le filament.

Sur le circuit de grille, on dispose une seconde bobine C que

l'on couple par induction à B, de sorte que le courant oscillant dans l'antenne induit dans C une force électromotrice qui fait varier le potentiel de la grille.

Au moment où l'on allume la lampe, le filament émet des électrons qui sont attirés par la plaque et un courant passe dans la bobine B. L'établissement de ce courant y produit une force électromotrice de self-induction, cette force électromotrice, puisque cette bobine est aussi intercalée dans l'antenne, commence à faire osciller celle-ci. Ainsi commence aussi à osciller le pendule d'une horloge lorsqu'on lui communique un léger choc initial.

Le courant oscillant de l'antenne induit maintenant dans la bobine C une force électromotrice qui fait varier périodiquement le potentiel de la grille. De même le pendule d'une horloge conduit un échappement auquel il communique ses oscillations.

Le potentiel de grille en oscillant autour de sa valeur moyenne, ouvre et ferme périodiquement le courant de la pile P', ainsi que le montre la forme (fig. 42) de la caractéristique de plaque. Le courant fourni par cette pile devient périodique et ses variations d'intensité font naître dans la bobine B une force électromotrice de self-induction qui entretient le courant dans l'antenne. D'une façon analogue, l'échappement d'une horloge libère ou arrête périodiquement le poids moteur et le laisse aux instants convenables agir sur le pendule pour lui restituer l'énergie qu'il a perdue. Ici c'est la pile P' qui restitue à l'antenne l'énergie qu'elle perd tant en la dissipant en chaleur qu'en la rayonnant autour d'elle.

De même que, dans une horloge, il faut que l'échappement pousse le pendule à l'instant convenable, il faut dans un générateur d'ondes à lampe, que la grille ouvre le courant de la pile P' aux instants les plus favorables. On réalise cette condition en réglant le sens et la grandeur de l'induction mutuelle des bobines B et C. Un ampèremètre à fil chaud G intercalé sur la prise de terre de l'antenne fournit les indications nécessaires à ce réglage.

Enfin, pour disposer de plus d'énergie, on peut monter en parallèle les filaments, les grilles et les plaques de plusieurs lampes.

Tout autre mode de couplage des bobines B et C, tel qu'un couplage par une capacité permet la réalisation d'appareils générateurs d'oscillations entretenues.

On construit par ces procédés des postes d'émission dans lesquels l'antenne oscille à amplitude constante, ce qui est la condition à remplir pour la téléphonie sans fil. Ces postes, ainsi que nous allons le voir, se prêtent particulièrement bien aux transmissions téléphoniques.

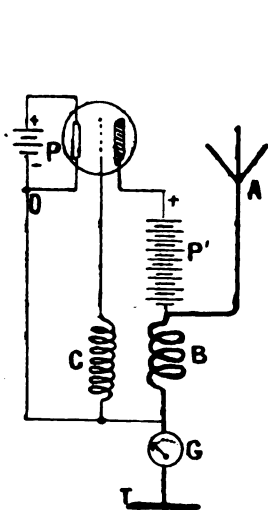


Fig. 16.

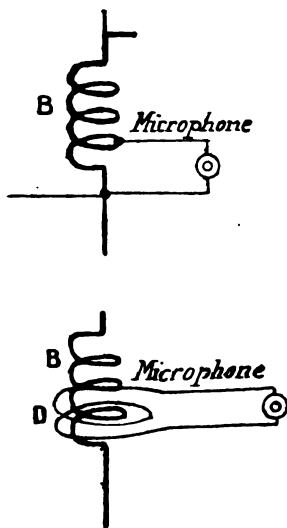


Fig. 17.

Les lampes à 3 électrodes d'autre part, employées comme détecteur ou comme amplificateur, recevront les conversations dans des conditions très favorables, à cause de la sensibilité des récepteurs qui les emploient et de la facilité avec laquelle ceux-ci permettent la séparation des transmissions simultanées.

Il nous reste à indiquer comment il faut s'y prendre pour faire agir un microphone sur l'amplitude des oscillations de l'antenne.

Poste radiotéléphonique de petite puissance. — Si la puissance du poste radiotéléphonique est petite, on peut employer le procédé très simple, qui était utilisé lors des premiers essais de télé-

phonie sans fil avec les postes à arc. On dispose le microphone en dérivation sur quelques spires de la bobine B (fig. 16) ou entre les extrémités d'une bobine D de quelques spires, couplée à B (fig. 17).

La dérivation de résistance variable créée par le microphone ou les réactions sur l'antenne du courant induit dans le circuit microphonique, changent les conditions d'entretien des oscillations de l'antenne et modifient, par suite, l'amplitude de ces oscillations; nous avons vu qu'après détection, puis au besoin amplification téléphonique au poste récepteur, le téléphone était parcouru par un courant qui reproduisait la parole.

Cette disposition employée sur un poste à arc oblige, ainsi que nous l'avons indiqué, à admettre dans le microphone de trop grandes intensités. Ici les conditions sont plus favorables. Un appareil à lampes entretenant des oscillations d'une antenne est réglé de manière à fournir la plus grande intensité dans l'antenne lorsqu'il fonctionne non loin de sa limite de stabilité. Pour ces conditions de fonctionnement avantageuses, au point de vue de l'énergie émise, les oscillations de l'antenne sont peu stables et deviennent justement sensibles à la moindre influence. Pour les petites ou moyennes puissances qui sont réalisables facilement avec les lampes mais non avec l'arc, le procédé simple que nous venons de décrire donne de bons résultats.

De petits postes radiotéléphoniques de ce modèle ont été construits durant la guerre par les services techniques de la Radiotélégraphie Militaire que dirigeait le général Ferrié et souvent employés. Ils ont permis des relations téléphoniques entre un avion et la terre à 30 km., des conversations à 12 km. entre deux avions en vol, la liaison terrestre à 30 km. environ; un réseau de 3 postes à Quiberon et aux îles de Groix et de Belle-Isle a, en particulier, fonctionné sans interruption durant plus d'une année pour le service du polygone d'essais de l'artillerie lourde.

Postes radiotéléphoniques de moyenne ou grande puissance. — Pour des postes plus puissants, l'intensité du courant à admettre dans le microphone devient, comme pour l'arc, trop grande; mais

la lampe est un organe très souple, point n'est besoin de faire appel à des microphones spéciaux imparfaits. On peut faire agir un microphone ordinaire, traversé par un courant normal sur un poste à lampe puissant.

Voici, par exemple, une solution. Au lieu de faire conduire les oscillations des grilles de lampes directement par l'antenne, nous pouvons réaliser une sorte d'excitation séparée par un petit générateur d'oscillations peu puissant.

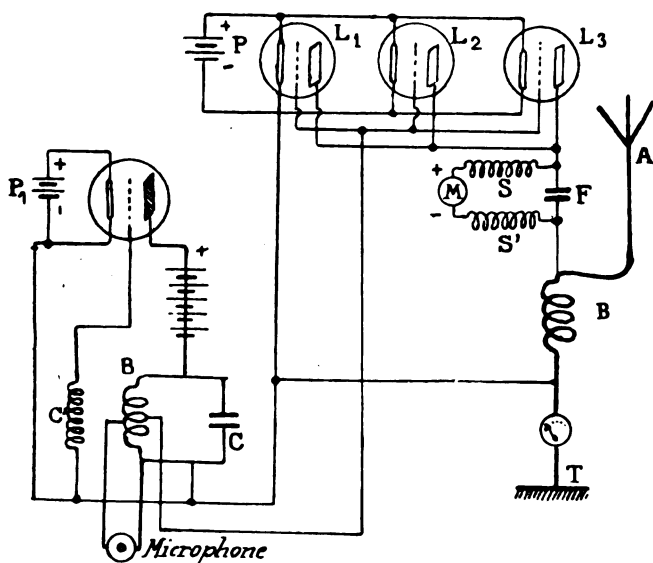


Fig. 18.

Soit (fig. 18) L_1 L_2 L_3 de grosses lampes montées en parallèle et destinées à l'entretien des oscillations d'une antenne AT. On disposera encore une bobine B dans l'antenne et dans le circuit de plaque des lampes. Mais au lieu de faire varier le potentiel des grilles en utilisant le courant de l'antenne montons à côté un petit générateur d'oscillations beaucoup moins puissant. Nous y remplacerons l'antenne par un condensateur de capacité variable C et entretiendrons des oscillations dans le circuit oscillant formé par ce condensateur et la bobine B'. Nous réglerons ses oscillations exactement à l'accord avec celles de l'antenne en modifiant la

capacité C . Puis nous nous servirons de la force électromotrice entre deux des spires de B' pour changer le potentiel de grille des grosses lampes L_1, L_2, L_3 . Nous ferons enfin agir le microphone sur le générateur d'oscillations de petite puissance.

Au lieu de piles sur le circuit de plaque, pour des puissances un peu grandes, on se sert avantageusement d'une dynamo M à courant continu aux bornes de laquelle on dispose des selfs S et S' et une capacité F . Les selfs arrêtent les courants de haute fréquence, la capacité F les laisse, au contraire, passer. La dynamo est ainsi tout à fait isolée pour la haute fréquence du reste des appareils.

Nous indiquerons un autre procédé intéressant, car, grâce à lui, il devient possible de faire un poste radiotéléphonique relié à un poste d'abonné d'un réseau urbain, de telle sorte que cet abonné puisse de son domicile transmettre par une antenne.

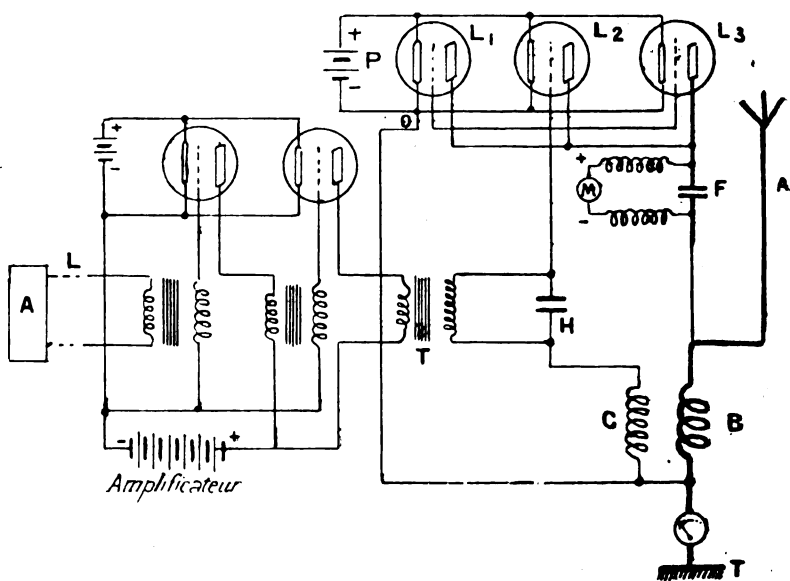


Fig. 19.

Soit un poste comportant des lampes L_1, L_2, L_3 (fig. 19) en parallèle et monté, comme il a été expliqué d'abord de manière à faire réagir par le couplage de deux bobines B et C les oscillations de l'antenne sur le potentiel des grilles.

Nous agissons ici sur l'amplitude des oscillations en nous servant du courant microphonique pour changer, à fréquence acoustique, le potentiel moyen de la grille.

A cet effet, nous amenons ce courant à un transformateur T, dont le secondaire est intercalé sur le circuit de grille. Un condensateur H laisse passer ces courants de haute fréquence.

On amplifie les courants téléphoniques qui viennent par la ligne LL' avec un amplificateur à lampes de façon à augmenter leur action sur le poste radiotéléphonique.

La Radiotélégraphie Militaire a construit et utilisé aussi des postes plus puissants de ce dernier modèle. L'un d'entre eux, par exemple, installé au Bourget, pouvait transmettre des messages radiotéléphoniques à des avions de la défense de Paris, jusqu'à la distance d'Amiens.

Télégraphie sans fil par ondes entretenues. — Tout poste à ondes entretenues par des lampes est à la fois un télégraphe et un téléphone. Un manipulateur intercalé sur le fil qui ramène le courant de plaque au filament permet des émissions longues ou brèves.

Nous avons indiqué que les signaux par ondes entretenues d'amplitude constante n'étaient pas reçus par un récepteur ordinaire. Mais la lampe encore a permis de faire un récepteur sensible aux ondes entretenues qui est même plus avantageux que le récepteur ordinaire.

En terminant, je vous signalerai un essai fait à la fin de 1915 qui marque une date dans l'histoire de la téléphonie. Pour la première fois des paroles prononcées en Amérique ont été entendues à Paris et elles ont été transmises par la téléphonie sans fil en utilisant un poste à lampes puissant. Celui-ci avait été installé par les soins de la Western Electric Co. Le poste récepteur était la station militaire de la Tour Eiffel.

Des phrases entières ont été entendues. Ce n'était pas encore une conversation continue ; mais, si on songe que c'est là un premier essai ; qu'étant donné les circonstances, il a été fait dans de mauvaises conditions, l'antenne de la Tour Eiffel n'étant libre que

quelques minutes par jour, que cet essai enfin n'a pu être prolongé longtemps, l'expérience est certainement encourageante et il ne paraît pas douteux que la téléphonie sans fil, dans un avenir prochain, n'arrive à établir des relations transatlantiques.

En dehors des lampes, il a été étudié aussi pour cet usage des alternateurs, qui fournissent directement à de très hautes fréquences, les courants à l'antenne. De plusieurs côtés on s'est occupé de les faire servir à la téléphonie sans fil pour les très grandes portées, la lampe restant toutefois l'organe le mieux adapté aux petites puissances pour l'émission et l'appareil aujourd'hui indispensable à tout récepteur radiotélégraphique ou radiotéléphonique quelle que soit la nature du transmetteur.

L'étude des appareils à lampes de toutes catégories, a été très activement entreprise pendant la guerre dans les services de la Radiotélégraphie Militaire et sous la direction du général Ferrié. Ces études ont amené à la création d'un matériel nouveau très employé par les Armées durant les dernières années de campagne. Il est à souhaiter que les résultats obtenus restent profitables à notre pays et que les recherches de ce genre ne soient pas interrompues, en France, durant les années de paix.

LA DÉPOLARISATION DES PILES PAR L'OXYGÈNE DE L'AIR

Par M. Ch. FÉRY,

Professeur à l'École de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris.

I

L'affaiblissement d'une pile en débit, la polarisation, est due en grande partie à l'hydrogène apporté par l'électrolyse sur l'électrode positive.

Considérons par exemple la pile zinc-charbon, chlorhydrate d'ammoniaque; pendant le fonctionnement de cet élément, il se forme du chlorure de zinc au détriment de l'électrode négative pendant que l'ammonium NH_4^+ se rend au pôle positif.

La décomposition de NH_4^+ s'y produit en fournissant du gaz ammoniac NH_3 dont une partie reste en solution, et l'hydrogène provenant de cette décomposition produit à la fois une augmentation de résistance intérieure et une force contre-électromotrice, qui concourent à diminuer l'intensité du courant de la pile.

Pour s'opposer aux fâcheux effets de la polarisation, on a eu recours à des oxydants : acide nitrique, acide chromique, bioxyde de manganèse, corps qui cèdent facilement leur oxygène.

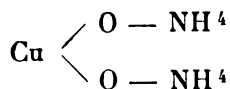
D'autres inventeurs ont songé à utiliser directement l'oxygène de l'air, dépolarisant indéfini et de prix nul.

II

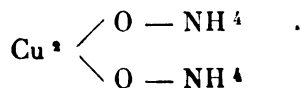
Il semble que jusqu'ici les tentatives faites dans ce sens n'aient pas donné de résultats bien intéressants ; je citerai cependant la pile suisse Zn-C avec solution de chlorure de sodium qui est assez répandue en Suisse pour l'entretien des horloges électriques.

Ces éléments qui ne sont susceptibles de fournir que de très faibles débits doivent avoir un charbon très développé; c'est un cylindre qui a 36 cm. de hauteur.

Plus récemment, M. G. Rosset (1) a combiné une pile dépolarisée par l'air, en plaçant le charbon dans un vase poreux contenant une solution de cuprate d'ammonium



qui passe sous l'influence de l'hydrogène à l'état de cuprite



Or ce composé cuivreux est très oxydable et absorbe énergiquement l'oxygène de l'air pour passer à nouveau à l'état de cuprate.

Mais la diffusion lente du sel de cuivre au travers du vase poreux, diffusion qui n'est pas complètement empêchée par le dépôt de ferrocyanure de cuivre dans la masse du vase poreux que préconise l'auteur, donne lieu à des actions locales énergiques sur le zinc. Ce dernier plonge dans une solution de sel ammoniac.

III

Bien convaincu des grands avantages qui résulteraient de l'utilisation de l'oxygène de l'air pour la dépolarisation des piles, je travaillais cette question lorsque la guerre éclata (2).

Les nombreux problèmes d'une urgence extrême que nous eûmes à solutionner à la Commission supérieure des Inventions intéressant la défense nationale, me tinrent éloigné de ce sujet pendant quelque temps.

(1) *Bulletin de la Société française de physique*, 47 mai 1901.

(2) Brevet sur une pile à densité et à faible usure locale (Brevet français, 1^{er} déc. 1914).

Ce ne fut que lorsque le général Ferrié, alors Directeur technique du service de la radiotélégraphie, me fit part des difficultés énormes qu'il rencontrait pour se procurer de bonnes piles au manganèse, que je repris le problème.

Pour fonctionner utilement comme dépolarisant, la pyrolusite doit être très pure et présenter en outre une certaine conductibilité électrique. Or les gisements français, peu importants d'ailleurs, ne donnent pas un produit présentant les qualités requises et sont employés seulement en métallurgie pour la préparation de fontes spéciales. Ne pouvant compter sur les manganèses étrangers, le problème de la dépolarisation par l'air prenait une importance nouvelle.

IV

Quelles sont tout d'abord les raisons qui ont fait échouer les nombreuses tentatives qui ont été faites dans ce sens ?

Une pile est constituée le plus généralement par deux électrodes verticales, plongeant dans le liquide excitateur.

Or, c'est à la surface du liquide que se produit la dissolution de l'oxygène qu'on veut utiliser comme dépolarisant.

Il est facile de comprendre que la solution excitatrice, aérée superficiellement, soit rapidement privée de son oxygène par le zinc, métal très oxydable, et dont l'*oxyde est soluble* dans le sel ammoniac.

Deux inconvénients résultent de ces faits : 1° tout d'abord l'inefficacité du dépolarisant qui a disparu puisqu'il est absorbé par le zinc ; 2° une usure lente, mais continue du zinc, qui finit par se couper au ras de la surface du liquide.

Pour remédier à ces deux défauts, il suffit de disposer le zinc sous forme d'une plaque *horizontale* occupant le *fond* de l'élément.

L'électrode positive de forme très développée (tube, charbon à ailette, etc.) reste verticale, son extrémité inférieure n'étant séparée du zinc que par un croisillon isolant qui n'a que quelques millimètres d'épaisseur.

Dans ces conditions, la résistance intérieure de la pile reste très faible, la dépolarisation est efficace et l'usure du zinc à circuit ouvert est pratiquement nulle.

Dès qu'on fait débiter l'élément, une solution lourde de chlorure de zinc se forme autour de l'électrode soluble, et l'ammoniaque légère monte à la surface.

On peut mettre en évidence cette dissociation de la solution excitatrice, en y ajoutant quelques gouttes de teinture de tournesol ; on constate alors que le liquide rougit au fond du vase, tandis qu'il devient nettement bleu dans la région supérieure.

C'est dans la zone restée neutre que se déposent tant sur le vase que sur le charbon les cristaux bien connus de chlorure double de zinc et d'ammonium qui prennent toujours naissance dans les piles à sel ammoniac. Ces cristaux sont en effet moins solubles dans le sel ammoniac que dans ses produits de dissociation (chlorure de zinc et ammoniaque).

La présence de ces cristaux est une garantie que le liquide n'est sursaturé en aucun de ses points, ce qui explique l'absence absolue de sels grimpants dans ces éléments que j'ai dénommés « à densité », à cause du classement par ordre de densité des liquides qui y prennent naissance.

Remarquons encore que la solubilité des gaz dans les solutions salines est d'autant plus faible que celles-ci sont plus concentrées ; il y a donc bien peu de chances pour que l'oxygène parvienne jusqu'au zinc, protégé par la solution lourde de chlorure de zinc.

Après débit, le voltage de la pile se rétablit rapidement à circuit ouvert à 1 v 25 ; en effet, le pied du charbon, voisin du zinc, est fortement polarisé, tandis que la partie supérieure qui a peu débité, se trouve au contraire entourée d'un liquide saturé d'oxygène.

Un courant se produit donc entre les deux extrémités du charbon, et ce courant a pour effet d'égaliser le potentiel sur toute la surface de l'électrode positive.

On peut mettre facilement en évidence l'existence de ce courant de dépolarisation, en montant un élément avec un charbon

coupé en deux parties qui occupent des hauteurs différentes dans le liquide.

V

Rôle de la nature du charbon de l'électrode positive.

L'expérience vérifie complètement les considérations précédentes : un petit élément à zinc vertical a été mis en débit continu sur un enregistreur ; sa décharge a été très mauvaise, les deux électrodes se sont rapidement recouvertes d'oxysels qui augmentaient considérablement la résistance. De plus la dépolari-sation était très incomplète et le zinc s'est usé plus spécialement dans la région voisine de la surface du liquide. Remonté avec un zinc plat occupant le fond du vase, le même charbon a fourni une décharge bien meilleure ; la capacité avec le même volume de la même solution de sel ammoniac a été *triple*.

J'ai alors étudié dans ces conditions les variétés les plus diverses de charbons que j'ai pu me procurer.

De cette étude, il résulte que non seulement la pureté, mais aussi l'état physique d'un charbon jouait un grand rôle dans les résultats obtenus.

Le graphite américain, par exemple, qui est obtenu au four électrique donne de mauvais résultats malgré sa pureté extrême car il n'est pas poreux.

Néanmoins certains charbons très poreux ont également fourni de mauvais résultats à cause des impuretés qu'y a décelées l'analyse chimique.

Il faut bien comprendre en effet que le rôle du charbon est ici de mettre en présence deux gaz qu'on veut faire se combiner : d'hydrogène électrolytique et l'oxygène de l'air.

Pour produire cette *catalyse*, il faut remplir certaines conditions physiques, et éviter en même temps la présence de certains corps qui jouent à l'égard du catalyseur, ici le charbon, le rôle de véritables poisons.

L'exemple classique du nickel en poudre pour produire la catalyse du gaz d'eau dans le procédé Sabatier est bien connu : des

traces de soufre paralysent l'action de la poudre de nickel qui donne normalement du méthane par réaction de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène.

Toutes ces difficultés sont aujourd'hui surmontées et une purification préalable du charbon ou mieux l'emploi de charbons très purs montés et cuits de manière à obtenir la porosité désirée permettent de produire des électrodes donnant avec certitude les effets désirés.

J'ai pu, dans ces conditions, tirer 140 amp.-heures d'un élément qui ne contenait que 100 gr. de sel ammoniac dissous dans 800 cc. d'eau.

INSTALLATIONS MÉCANIQUES DANS LE SERVICE POSTAL ANGLAIS

Par M. CABANNE,
Ingénieur des Postes et Télégraphes

On sait quel est l'intérêt dans toute industrie de remplacer l'homme par la machine. Le travail gagne en précision, en rapidité ; son prix de revient est moins élevé. La poste ne saurait échapper à cette loi que la cherté de la main-d'œuvre actuelle renforce. Les Anglais avaient déjà, bien avant la guerre, fait de très sérieux efforts pour développer les dispositifs mécaniques et leurs installations peuvent fournir de précieuses indications.

I. — CHEMIN DE FER POSTAL SOUTERRAIN DE LONDRES.

On connaît l'encombrement des rues de Londres. Le trafic intense, joint à l'étroitesse générale des rues, limite les vitesses de transport à une moyenne de 10 km. à l'heure. L'introduction des voitures automobiles n'améliora guère le transit postal. D'autre part leur rendement, vu la faible vitesse de marche, se trouva très faible. Aussi, quelques années avant la guerre, l'Administration anglaise des Postes mit à l'étude un système de transport souterrain qui serait à la fois plus rapide et moins onéreux. On posa comme chiffre de vitesse en marche celui de 55 km. environ et comme durée de mise en vitesse avec une charge normale 35 à 40 secondes. La traction électrique et un système automatique pour la mise en marche et l'arrêt devaient constituer une économie sérieuse par rapport au système existant. C'est dans cet esprit que deux projets, peu différents d'ailleurs, ont été conçus par le Post Office. Les travaux concernant le souterrain sont terminés ; les caractéristiques en seront données plus loin. Après

étude des projets visant l'équipement électrique l'Administration a décidé de mettre l'entreprise à l'adjudication.

Itinéraire. — L'orientation générale de la ligne est celle d'Est-Ouest. Grâce à de sérieux crochets, elle parvient à desservir les principales gares et les bureaux importants de Londres ; en tout 7 à 8 stations. Sa longueur est de 12 km.

Voie. — Le tunnel se trouve à une profondeur moyenne de 20 mètres. Il passe en-dessous des diverses lignes de métropolitain qu'il longe ou traverse. Le « tube » de section circulaire à 4 m. 06 de diamètre. Deux voies, l'une montante, l'autre descendante l'occupent. Elles ont un écartement de 61 cm. La distance entre rails voisins des deux voies est également de 61 cm.

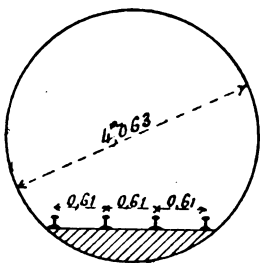


Fig. 1.

Chaque station est équipée pour aiguiller au départ les voitures sur la voie montante ou sur la voie descendante.

Des voies de garages sont disposées aux terminus et dans deux stations.

Voitures. — On trouvera dans la figure schématique ci-contre, les dimensions générales d'encombrement. La caisse comprend trois parties : celle médiane est destinée aux gros sacs, les deux autres sur les roues, reçoivent les paquets légers. Les côtés sont faits de grillages avec châssis en aluminium pouvant s'élever ou se rabattre. Ils tournent autour de charnières disposées sur le dôme du wagon. Les opérations du chargement et du déchargement se trouvent ainsi facilitées.

Le poids de la voiture avec ses moteurs est, vide, de 1.150 kgr.

La charge qu'elle peut transporter est 500 kgr.

Ses moteurs, au nombre de deux, ont une puissance unitaire de 5 chevaux. Ils peuvent, sans danger, dans la courte période de démarrage, fournir une puissance très supérieure. Ils sont, comme tous les moteurs de traction à courant continu, à 4 pôles et sus-

pendus d'une manière élastique par leur centre de gravité à la caisse de la voiture. L'essieu ne supporte pas ainsi directement le poids du moteur. La transmission se fait par l'intermédiaire d'un engrenage réducteur dans le rapport de 1 à 2, fait en acier spécial très dur et barbotant dans l'huile.

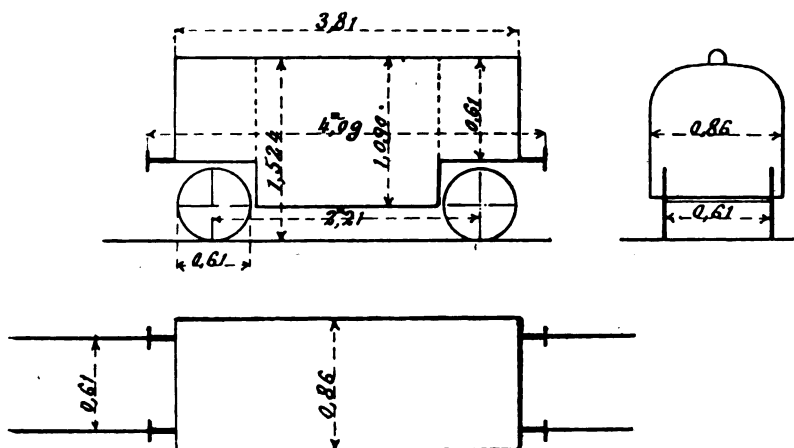


Fig. 2.

Tout le wagon est métallique pour réduire les risques d'incendie.

Le courant utilisé est le courant continu. L'excitation des deux moteurs se fait séparément par un rail conducteur, le retour se faisant par un rail de traction.

L'induit est alimenté par un feeder relié à un deuxième rail conducteur sectionné. Comme plus haut le retour se fait par un rail de traction. La communication électrique du feeder à la section de rail porte un conjoncteur disjoncteur commandé par deux circuits. Le premier actionnant l'appareil comme disjoncteur se trouve fermé lorsque la voiture s'engage dans la section suivante. A cet effet une pédale placée à la tête de la section se trouve sur le trajet de la voiture. De cette manière un wagon ne peut s'engager dans une section si un autre wagon se trouve dans la section précédente, l'alimentation du premier étant coupée par le deuxième. On évite ainsi tout danger de collision. Le deuxième circuit du conjoncteur disjoncteur est fermé quand la voiture, continuant à avancer,

passé dans la deuxième section précédant celle qui porte l'appareil. L'alimentation est ainsi rendue à cette section.

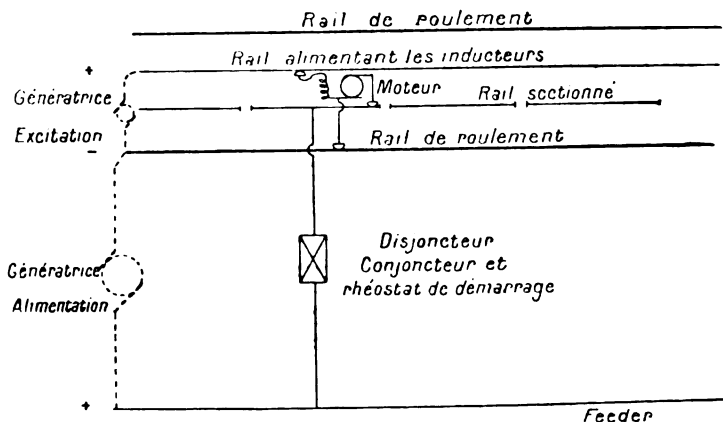


Fig. 3.

La mise en marche, au départ, se fait par la simple fermeture d'un interrupteur. La première section est ainsi reliée au feeder. Si aucune voiture ne se trouve dans la section précédente le démarrage a lieu. Dans le premier projet le contrôleur est rhéostatique.

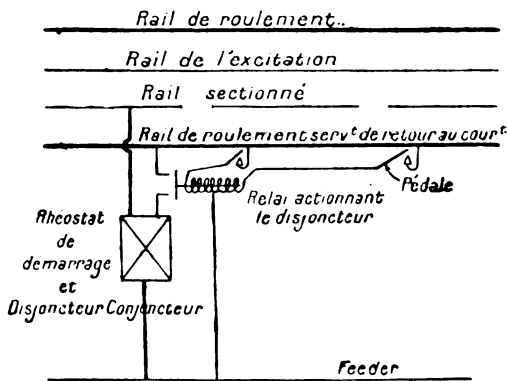


Fig. 4.

Un appareil à mouvement retardé, convenablement réglé, supprime successivement les résistances mises en série avec le moteur jusqu'à ce que ce dernier soit mis directement sur la distribution.

On suivra facilement sur le schéma de la figure 5 le fonctionnement du contrôleur.

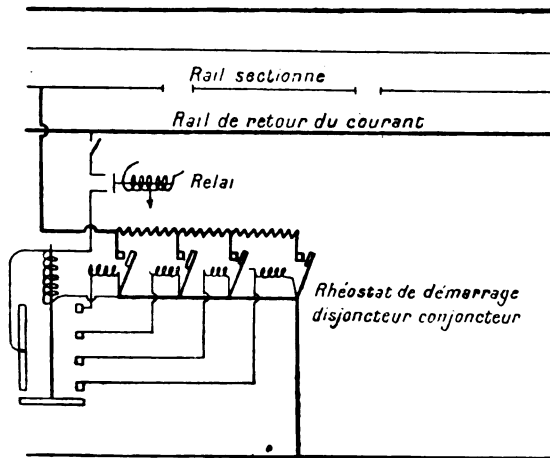


Fig. 5.

On connaît l'inconvénient de ce système rhéostatique. Pendant la période de mise en vitesse, de l'énergie est consommée sous forme de chaleur inutilement dans les résistances. Aussi s'est-on ingénié dans le 2^e projet, au détriment de la simplicité, à alimenter le moteur à potentiel variable pendant les périodes de démarrage et de ralentissement. Les sections au départ sont à cet effet portées : la première à 110 volts, la 2^e à 220, la 3^e à 330 et la 4^e à 440 volts. L'inverse a lieu pour l'arrivée. L'équipement est ici plus compliqué. Chaque station comporte un moteur et 3 générateurs pour les tensions de démarrage. D'autre part les rhéostats de démarrage subsistent pour les sections en ligne, aussi le bénéfice du potentiel variable ne joue-t-il qu'aux stations. Il n'est pas certain que l'économie d'énergie réalisée dans ce système compense l'amortissement des frais d'installation supplémentaires.

Un système de signalisation avertit à temps voulu le chef de station de l'arrivée d'une voiture pour que l'aiguillage sur la voie de débarquement soit effectué. On pourrait imaginer en place des signaux un procédé de commande des aiguilles rendant ainsi le système complètement automatique.

Freinage. — Le freinage se fait sur les rails à raison de un sabot par rail. Le courant d'alimentation du moteur traverse un électro qui maintient le frein au repos. Lorsque le courant est coupé, l'armature est lâchée et les freins entrent en action.

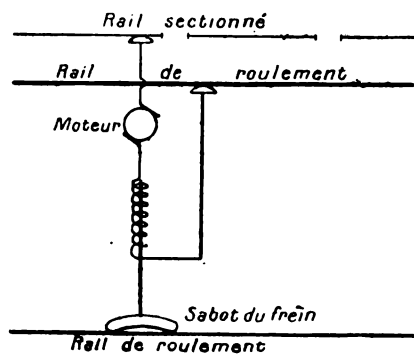


Fig. 6.

II. — APPAREIL DE RELEVAGE, DE TIMBRAGE ET DE TRI DES CORRESPONDANCES.

Les diverses opérations concernant le tri et l'oblitération des figurines des correspondances postales se font actuellement dans les grands bureaux anglais dans l'ordre suivant :

- 1° « Relevage » des lettres et mise à part des journaux, des imprimés et des colis ;
- 2° Transport vers les machines à timbrer ;
- 3° Oblitération des figurines ;
- 4° Transport des lettres vers les trieurs ;
- 5° Tri ;
- 6° Transport et mise en paquets par direction.

L'appareil servant à effectuer la première opération se compose d'une table sur laquelle est installé un tapis roulant dont il sera question plus loin (Transporteur à bande desservant une table de relevage). Les opérateurs sont disposés de part et d'autre de la table et se font face. Ils utilisent le tapis commun placé entre eux, déposant sur la bande supérieure les journaux et les colis et sur la bande inférieure les lettres. Celles-ci sont mises, la figurine en

évidence et orientées de telle sorte que la machine les oblitère convenablement. Les colis et les journaux sont conduits à un panier tandis que les lettres se dirigent vers la machine à timbrer.

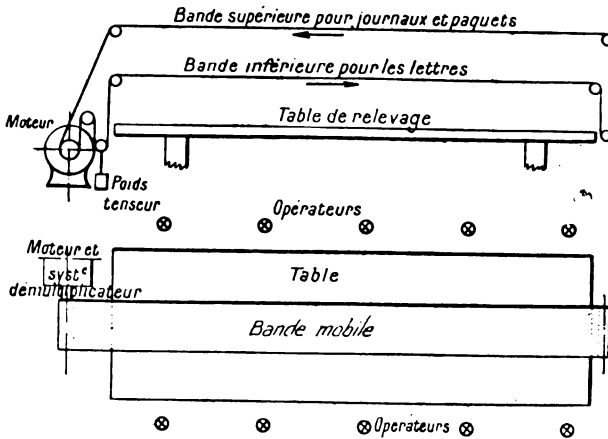


Fig. 7.

Le dessin ci-dessus montre schématiquement la disposition de la table de relevage et du transporteur à bande.

Les opérations notées 2°, 3°, 4°, 5° et 6° s'expliquent d'elles-mêmes.

Afin de réduire le temps ainsi que le personnel exigés par les diverses opérations indiquées, les services techniques du G. P. O. ont proposé un système dans lequel au lieu de confier à deux personnes le relevage et le tri, on demanderait au même agent d'effectuer simultanément les deux opérations. L'oblitération, la mise en paquets des lettres seraient également rendues entièrement automatiques.

L'appareil qui a servi aux essais affectait la forme donnée par le schéma, figure 8. Il comprenait une table sur laquelle étaient amenés tels qu'ils avaient été ramassés dans les boîtes colis, journaux, lettres. Dix-huit opérateurs, en principe, devaient la desservir. Devant chacun d'eux et suivant deux rangées superposées étaient disposées trente-six fentes correspondant aux trente-six directions d'un premier tri. Sous chacune de ces rangées passait

un tapis. Des cloisons partageaient l'espace au-dessus de chacun d'eux en dix-huit petits couloirs allant d'une fente à un couloir plus large d'un tapis général collectant toutes les lettres. Ainsi

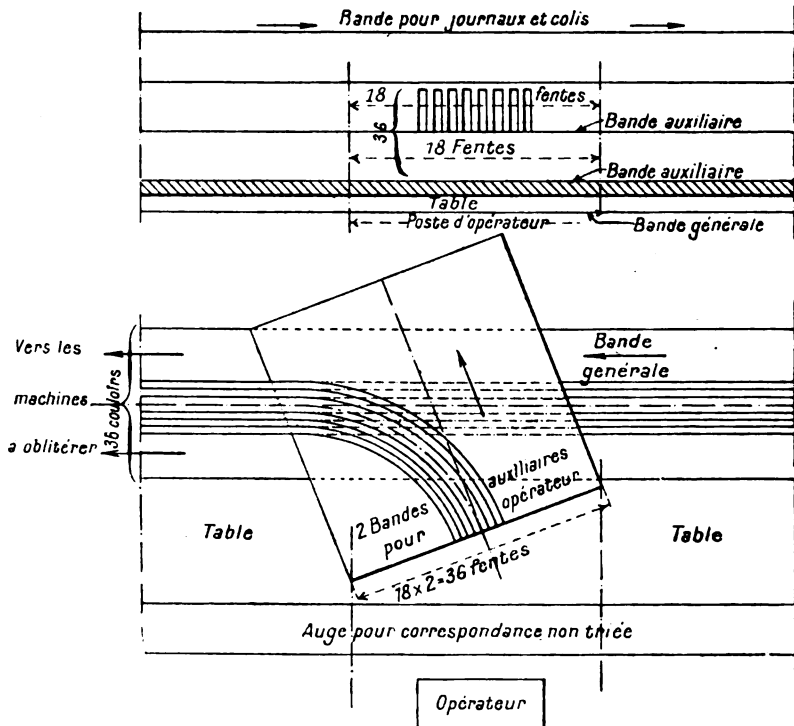


Fig. 8.

une lettre glissée dans une fente de la rangée supérieure ou inférieure était maintenue verticalement par les cloisons tout en étant entraînée vers le convoyeur principal à trente-six directions. Les deux tapis auxiliaires de chaque opérateur faisaient par rapport au tapis général un angle de 70° environ. Ils étaient commandés par des rouleaux embrayant par roues d'angles sur un arbre commun. A l'extrémité de la table vers laquelle conduit la bande générale étaient disposées trente-six machines à timbrer (une par couloir). A la suite, on avait prévu les machines à emballer les lettres. Enfin, au-dessus de la table et suivant sa longueur

était installé un convoyeur pour le transport des colis, journaux et imprimés. Ceux-ci tombaient au bout de la bande dans un panier; mais dans une installation complète, le panier devait être remplacé par un transporteur mécanique.

Le rôle de l'opérateur consiste :

1° A placer les colis et journaux sur le convoyeur à eux destiné ;

2° A glisser les grosses lettres, l'adresse et le timbre convenablement placés dans une fente spéciale. Une machine réglée pour ces correspondances en oblitère, à bout de bande, les figurines.

3° Enfin pour les lettres ordinaires à prendre connaissance de leur destination et à les engager dans la fente de la division correspondante avec les mêmes précautions que précédemment quant aux positions de l'adresse et du timbre.

Des expériences ont été faites avec cet appareil à raison de deux heures par jour pendant trois semaines. Le troisième jour il était classé par personne 26 lettres par minute, le quatrième 30 et plus tard 36, moyenne qui ne fut pas dépassée bien que, pendant quelques minutes, on atteignit le chiffre de 42. Dans cette expérience on n'avait trié que des lettres ordinaires. Dans un autre essai on fit trier par un seul agent 270 lettres dont 30 grosses et 30 paquets dans 8 minutes. Ceci donnait une moyenne de 30 lettres ordinaires par minute sans compter les grosses et les paquets qui avaient été convenablement dirigés.

Afin de comparer ces résultats avec ceux de la méthode actuellement en usage on fit des expériences à Liverpool avec un personnel choisi. On a pris pour base 20.000 lettres ordinaires mêlées aux grosses et aux journaux. Les résultats sont consignés dans les graphiques, figure 9. En abscisses on a porté les temps évalués en minutes et en ordonnées le nombre d'opérateurs. Le produit hommes-minutes, intéressant pour les dépenses du personnel d'exploitation est mis en relief par la surface de la figure. Tandis qu'avec la méthode existante on ne trie que 17, 7 lettres par homme et par minute on en trie 30 avec la nouvelle. Avec un personnel mêlé on a obtenu à Manchester une moyenne de 10 hommes-minutes, toujours avec la méthode en exploitation.

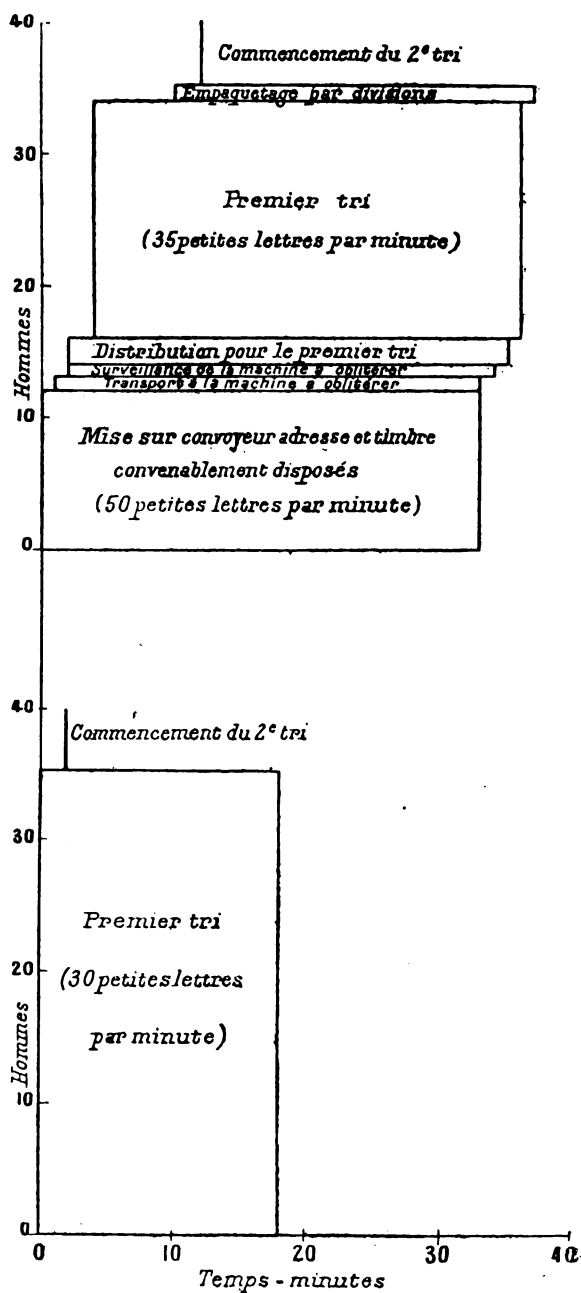


Fig. 9.

Remarquons aussi, toujours en faveur de la méthode préconisée, que les essais qui ont donné 30 hommes-minutes ont été faits avec des agents au courant de l'ancienne et non de la nouvelle méthode. Il est certain qu'avec un personnel entraîné les résultats seraient encore meilleurs.

En résumé, les avantages reconnus sont les suivants :

1° Augmentation sérieuse de la moyenne de lettres triées par homme et par minute ;

2° Réduction du temps depuis l'instant où la lettre est relevée jusqu'au moment où elle part pour un deuxième triage ;

3° Automaticité complète du timbrage et de l'empaquetage ainsi que du dégagement des journaux et imprimés ;

4° Gain probable d'espace dans une installation prévue pour l'appareil projeté. Dans une installation déjà existante, la place occupée serait approximativement la même.

III. — TRANSPORTEURS A BANDE.

Ces transporteurs comportent une toile sans fin supportée par des rouleaux de distance en distance, entraînée par un moteur électrique et maintenue tendue par un dispositif spécial.

Les *bandes* sont en coton ou en coton et caoutchouc. Lorsqu'elles suivent un plan incliné, elles sont munies de planchettes d'arrêt empêchant la charge de glisser ou de rouler vers le bas.

L'appareil comporte un *organe de réglage de la tension*, laquelle doit rester constante. Dans le cas des bandes en coton et caoutchouc, ce réglage est effectué une fois de temps en temps à l'aide d'un dispositif à vis agissant sur un rouleau tenseur. Quand les bandes sont en coton, le réglage se fait automatiquement à l'aide d'un rouleau convenablement alourdi par un poids suspendu. Ces deux organes se déplacent entre deux glissières verticales. Ils s'élèvent ou s'abaissent suivant que la charge tend ou détend la bande roulante.

Les *moteurs* électriques sont universellement employés dans cette application. Seuls ils remplissent les conditions de faible encombrement, de facilité de manœuvre et de silence requises.

La *transmission* au rouleau d'entraînement se fait par chaîne-courroie ou le plus souvent par vis sans fin engrenant sur une roue dentée hélicoïdale.

La *commande* du moteur se fait généralement par un circuit auxiliaire actionnant le contrôleur automatique. Une simple pression sur un bouton mis à portée de ceux qui ont à se servir du convoyeur, provoque la mise en marche.

Les divers genres de transporteurs à bande installés dans le service postal sont les suivants :

1. *Transporteur desservant une table de relevage.* — C'est le modèle le plus petit. La bande est actionnée par le moteur placé sous la table. La partie inférieure se trouve à 35 cm. environ au-dessus de la table et la partie supérieure à 65. Les lettres relevées sont transportées par la bande inférieure vers les machines à oblitérer tandis que les colis vont, avec la bande supérieure, en sens inverse vers des paniers. La largeur de la bande est de 25 cm. et sa vitesse de circulation de 10 mètres par minute.

2. *Transporteur de lettres depuis la boîte aux lettres jusqu'au relevage.* — Les lettres glissées du dehors ou du bureau de poste dans les boîtes tombent, en suivant des glissières en bois, sur la bande du transporteur. Les glissières sont de 7 à 8 cm. plus larges que l'ouverture de la boîte. Elles doivent être lisses et non fendues sans quoi les correspondances pourraient s'engager dans les crevasses et entraver l'acheminement de celles qui suivent. Au bas de la glissière un dispositif permet de faire tomber les lettres dans des paniers que l'on transporte à main, ceci dans le cas où le transporteur serait arrêté aux fins d'entretien ou de réparation.

Les bandes ont une largeur de 40 à 45 cm. Des parois verticales de 20 à 25 cm. empêchent les lettres de tomber. Les rouleaux soutenant la bande sont distants de 0 m. 90. Le tout est disposé de façon qu'une lettre ne puisse glisser entre la bande et la paroi. Au retour la bande est supportée par des rouleaux distants de 3 m. 50.

3. *Transporteur de paquets postaux.* — Comme les paquets sont de forme et de dimensions très variables, il faut que la voie par laquelle ils cheminent soit suffisamment large. Rappelons à ce sujet que les conditions exigées des paquets sont quant à leurs dimensions :

Longueur maximum.....	1 mètre.
Poids maximum.....	5 kg. 500.

Les particularités de ces transporteurs sont :

Largeur de la bande.....	63 cm.
Hauteur des parois.....	30 cm.

Écartement des rouleaux :

A la partie supérieure.....	0 m. 90.
— inférieure.....	2 m. 70.

Angle maximum de la pente lorsque la bande n'est pas munie de planchettes..... 18 à 20 degrés.

Angle maximum de la pente lorsque la bande porte des planchettes d'arrêt..... 26 degrés.

Vitesse de translation de la bande..... 0 m. 60 par seconde.

4. *Transporteur de sacs de paquets postaux.* — Ils convoient ces sacs du Bureau de tri à la plate-forme de livraison et inversement. Leurs caractéristiques sont les suivantes :

Largeur de la bande.....	0 m. 90
Hauteur des parois en acier.....	0 m. 43
Vitesse de translation de la bande.	0 m. 90 par sec.

Les conditions d'écartement des rouleaux ainsi que les pentes des rampes sont les mêmes que dans les cas des paquets seuls.

5. *Transporteur de « dépêches » postales.* — Je rapporterai ci-dessous les spécifications du cahier des charges d'une installation de transporteur de ce genre faite au bureau principal d'York. : Les « dépêches » amenées dans la cour du bureau sont déversées sur le transporteur qui les conduit jusqu'à une glissière, laquelle les amène dans la salle de tri.

<i>Charges.</i> — Poids des sacs maximum.....	36 Kg.
Charge maximum.....	250 Kg.
Charge moyenne.....	100 Kg.

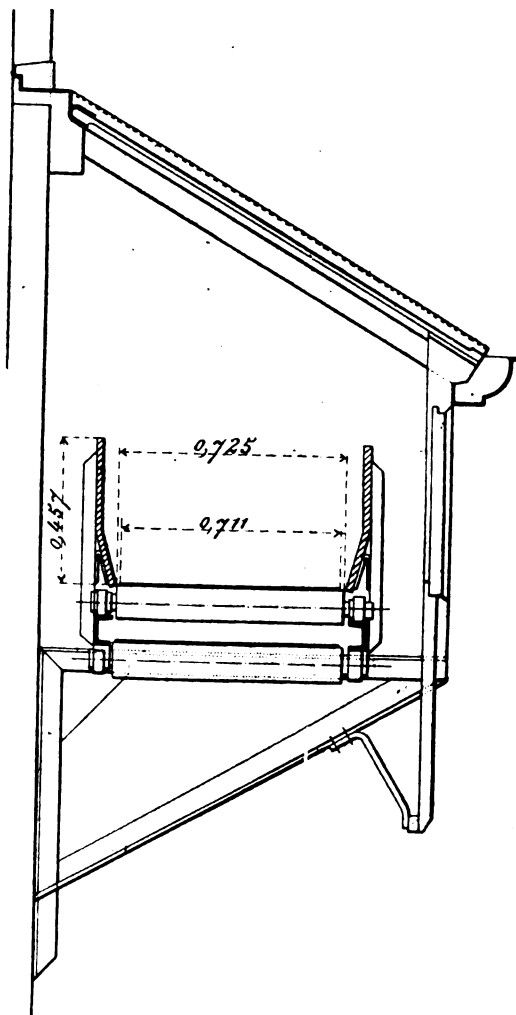


Fig. 10.

Nombre de sacs à transporter pendant les heures chargées :
264 à l'heure.

Bandes. — Largeur: 70 cm. Les raccords sont aussi minces que possible; elles sont soumises à des essais de tension.

Vitesse transport : 0 m. 90 à la seconde.

Parois. — En acier et hautes de 45 cm.

Tension des bandes. — Constante quelles que soient les conditions de travail.

Rouleaux. — Cylindriques et en acier creux. Ils doivent pouvoir être réglés et huilés facilement. Les dispositions prises pour cette dernière opération doivent permettre d'empêcher l'huile de se répandre sur l'appareil ou sur les parquets.

Glissière. — Elle est agencée de telle façon que les sacs ne subissent aucun dommage ni retard.

Démarrreur et boutons de commande. — Les fils reliant le démarreur aux boutons de contact sont renfermés dans des tubes protecteurs en acier.

Terre. — Les bâtis des moteurs, le démarreur, les tubes protecteurs, etc. sont mis soigneusement à la terre.

Courant. — Le moteur marche sous 460 volts. Un interrupteur bipolaire à 2 fusibles est placé près du moteur. Le circuit de contrôle fonctionne sous 250 volts.

Conducteurs. — Ils doivent être parfaitement isolés. Leurs extrémités sont soigneusement soudées à des cosses en laiton. Leur section doit être telle que la densité maximum de courant soit de 125 ampères par cm^2 .

Moteur. — Vitesse 900 tours par minute. Le sens de la rotation est indiqué sur l'enveloppe par une flèche peinte en blanc. Les paliers ne doivent pas s'échauffer lorsque le moteur travaille à plein d'une façon suivie. L'huile ne doit pas passer des paliers aux autres parties de la machine. La position des balais devra pouvoir être réglée le moteur en marche. On ne devra pas avoir d'étincelles même avec une surcharge de 50 %. La densité de courant sous les balais ne devra pas excéder 6 ampères par cm^2 . Les lames du collecteur seront isolées au mica. Le moteur doit fonctionner sans bruit ni vibrations quelles que soient la charge et la vitesse.

Après un essai de fonctionnement d'une durée de 6 heures, l'élévation de température au-dessus de l'air ambiant ne dépassera pas 21° centigrades. Dans les mêmes conditions et avec une ten-

sion de 500 volts, la résistance d'isolement ne devra pas être inférieure à 2 megohms. L'isolement de l'ensemble de l'installation électrique doit pouvoir résister à une tension alternative de 1.000 volts pendant 5 minutes sans qu'il se produise de dérangements.

Engrenages. — Quelle que soit leur nature, ils devront fonctionner sans bruit à la vitesse maxima. Ils seront calculés en tenant compte de l'inévitable usure.

Encombrement. — Le moteur et les accessoires devront tenir le moins de place possible.

IV. — TRANSPORTEUR DOUBLE A PLATE-FORME SUSPENDUE DE BIRMINGHAM.

Le problème qui s'est posé aux ingénieurs du Post Office est le suivant : transport du bureau principal de Birmingham à son annexe, située de l'autre côté de la rue, des correspondances postales, colis, etc. Le trafic entre ces deux bureaux étant intense et continu, on ne pouvait le subordonner aux aléas des encombrements de la chaussée. Aussi, à une certaine hauteur, projeta-t-on d'établir une cage livrant passage à un convoyeur double reliant les deux bâtiments.

L'un de ces convoyeurs comporte deux chaînes sans fin parallèles entraînées dans l'un des bureaux par deux pignons moteurs. A chacune des extrémités du pont ainsi qu'au rez-de-chaussée de l'autre bureau des pignons fous effectuent les changements de direction. Des plate-formes à grilles sont suspendues aux articulations des chaînes. Au départ comme à l'arrivée sont disposées des plate-formes fixes dont les lames viennent s'engager dans les vides des plate-formes mobiles. On aura une image de l'agencement de ces deux pièces avec deux peignes posés l'un sur l'autre à plat, les dents de l'un tournées vers le dos de l'autre et en faisant passer celui de dessous dessus, en utilisant pour le passage des dents du premier l'intervalle des dents du second.

Sur la plate-forme de départ qui est horizontale, les corbeilles à convoyer sont déposées. Elles sont enlevées par les plate-formes

mobiles qui les déposent sur les plate-formes fixes installées dans l'autre bâtiment. Leur évacuation de la cage se fait par l'inclinaison de la plate-forme d'arrivée.

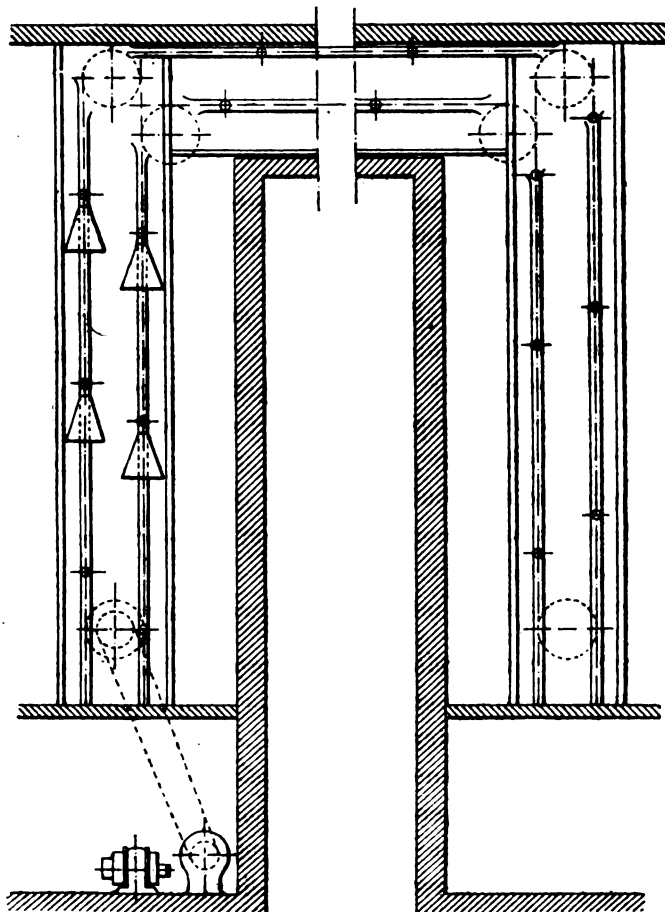


Fig. 11.

Les départs comme les arrivées peuvent se faire à divers étages. A cet effet, les grilles tournent afin de s'écarter de la cage. A volonté, on peut les relever pour le service de l'étage ou les rabaisser pour rendre le passage libre. Un système de verrouillage empêche qu'il y ait plusieurs grilles à la fois en service pour le départ ou pour l'arrivée dans chaque bâtiment.

Les paniers en vannerie très forte ont comme dimensions extérieures 60 cm sur toutes les faces. Ils comportent un couvercle plat à fermeture simple. Le poids maximum d'un panier plein est de 30 kgr. et moyen de 20 kgr.

L'ensemble de l'appareil est enfermé dans une cage. Les seules ouvertures sont celles du départ et de l'arrivée des corbeilles.

V. — APPAREILS « PICK UP ».

On désigne sous ce nom des systèmes à pince disposés pour cueillir en un certain point des plis pour les déposer en un autre point bien déterminé.

Ces appareils sont installés dans des centraux télégraphiques et transportent les télégrammes en transit de l'appareil récepteur à l'appareil retransmetteur. Les avantages qu'offrent de pareilles installations sur un transport à la main sont les suivants :

- 1° Économie sérieuse.
- 2° Rapidité de distribution.
- 3° Calme des salles non troublées par le va-et-vient de jeunes employés peu disciplinés.
- 4° Possibilité de donner à ces derniers un apprentissage.

Principe de ces appareils. — Ils comprennent un certain nombre de glisseurs se mouvant entre deux rails et entraînés par un câble sans fin mù par un moteur électrique. Chacun de ces glisseurs porte une pince. La branche supérieure est fixe. La branche inférieure mobile est maintenue au repos contre la précédente par un ressort. Elle s'en écarte quand un archet qui la prolonge vient buter contre un rail convenablement disposé. Elle se maintient dans cette position tout le temps que l'archet glisse sur le rail. Devant chaque appareil télégraphique et face à l'opérateur est disposé un petit plateau légèrement creux échancré suivant le gabarit de la branche inférieure de la pince. Précédant ce plateau (dans le sens de la marche des glisseurs) une corbeille métallique est installée. Enfin le rail auquel il a été fait allusion plus haut commence vers le milieu de la corbeille pour se terminer face au milieu du plateau.

La prise et la remise des télégrammes s'effectuent de la manière suivante : l'opérateur dépose son pli sur le plateau. La pince s'ouvre au contact du rail et se referme à la fin de celui-ci. La branche inférieure passe au travers du plateau, entraîne le télégramme et en venant appuyer sur la branche supérieure maintient celui-ci. Le poste d'arrivée étant disposé comme celui du départ la pince lâche son pli dans la corbeille lorsqu'elle vient buter contre le rail.

Deux modes d'installations. — Dans les centraux télégraphiques le problème à résoudre est assez compliqué. Il s'agit de mettre en communication un appareil quelconque P avec un autre appareil quelconque Q dans des salles comprenant un grand nombre d'appareils (103 installés ou prévus à Birmingham).

1° Dans l'installation complète de Birmingham on a affecté un « pick up » distinct à chaque table d'appareils comprenant de 3 à 10 de ces derniers. Ce « pick up » relie

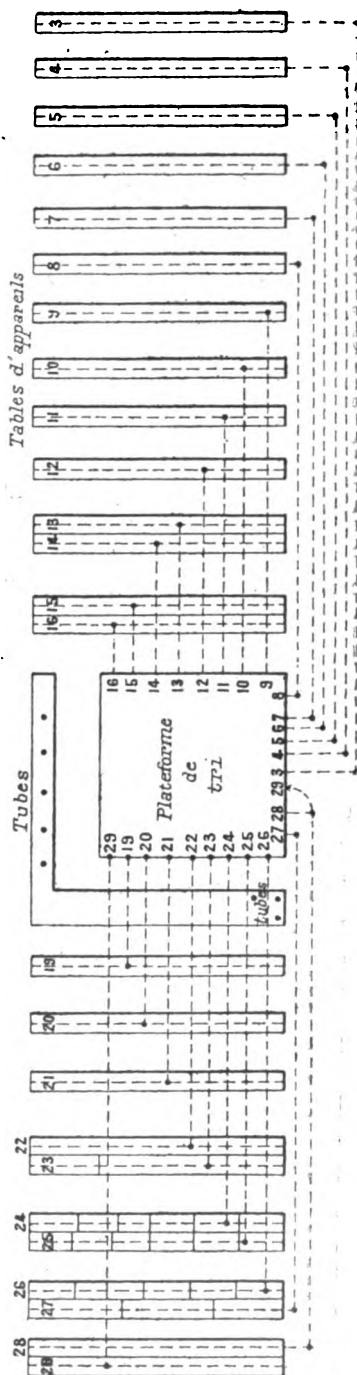


Fig. 12.

la table d'appareils à une table de tri. Le système, comme l'on voit, n'est que demi-automatique.

Le plan de l'installation figure 12 montre d'autre part combien celle-ci est compliquée ; elle comprend en effet 27 « pick up » distincts.

2° Dans d'autres centraux, afin de simplifier l'installation, on a employé un système mixte. Les appareils sont groupés par divisions qu'un « pick up » dessert. Dans chaque division un agent effectue la collecte et la distribution.

Conclusion. — Le problème du transport complètement automatique par système « pick up » n'est donc pas résolu dans le cas des centraux télégraphiques ; la deuxième solution mixte est la plus avantageuse, elle permet de réduire le personnel et n'exige qu'une installation simple. Dans tous les cas, elle est préférable au système de transport entièrement manuel.

PROJET D'UN SYSTÈME « PICK UP » AUTOMATIQUE

Il nous semble, après l'étude du système exploité à Birmingham, qu'il serait possible de rendre l'appareil complètement automatique tout en simplifiant l'installation.

Adoptons la disposition de la chaîne sans fin de glisseurs, mais faisons-lui desservir tous les appareils. Dans le cas particulier du Central de Birmingham cela nous conduirait :

1° au gain de la place de la table de tri ;

2° à une réduction de la longueur totale des « pick up » de $\frac{2}{3}$ environ.

Le principe du glisseur desservant uniquement deux postes doit être abandonné. Son adoption nous conduirait en effet à l'installation de $(n - 1)$ glisseurs pour desservir un appareil et à $\frac{(n-1)n}{2}$

pour les desservir tous (le facteur $\frac{1}{2}$ pour tenir compte du fait qu'un glisseur dessert deux appareils). L'opérateur devrait enfin avoir devant lui $(n-1)$ plateaux d'expédition. Pour Birmingham, ces chiffres seraient 5.253 glisseurs et 102 plateaux.

Proposons-nous au contraire d'affecter un glisseur à chaque appareil. Son rôle consisterait à centraliser les télégrammes à destination de celui-ci et à les déposer ensuite dans les conditions suivantes :

1° Pour l'envoi un plateau avec coefficient de frottement minimum.

2° Une pince à branche inférieure fixe et supérieure mobile. Tandis que la première passerait sous le plateau, la deuxième passerait au-dessus et se rabattrait sur lui. Elle entrainerait par frot-

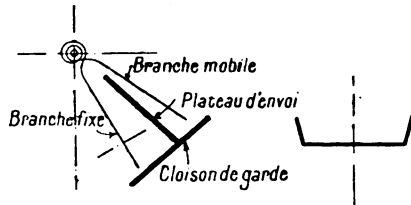


Fig. 13.

tement le pli. Une cloison de garde empêcherait les correspondances collectées de tomber.

Il nous faut maintenant imaginer un dispositif :

1° commandant à *volonté* la pince du glisseur du poste destinataire ;

2° ramenant, la prise faite, le système automatiquement au repos.

Je remplacerai d'abord comme plus souple le système de déclenchement rail-archet par un système rail-frotteur et électro.

Occupons-nous de la première condition. Comment différencier les divers glisseurs ? Par la position, uniquement, du rail de prise ? La solution manquerait d'élégance et de simplicité dans la construction. Voici une suggestion. Mettons n enroulements à nos électros pour un système desservant 10^n appareils. Donnons à chacun une prise distincte, le retour se faisant par l'armature de tout le système. Réglons l'électro pour qu'il ne fonctionne qu'avec ses n enroulements excités. Si nous donnons à nos rails de prises de courant 10 positions par frotteur, nous aurons 10^n

combinaisons. Donnons un exemple. Avec 100 appareils à desservir que je numérotai de 0 à 99, je disposerai deux groupes de 10 rails d'alimentation. A volonté, l'opératrice alimentera un rail dans chaque groupe. En mettant le courant sur le rail numéroté 3 du premier groupe et sur le rail numéroté 5 du 2^e, elle actionnera l'électro ayant les 2 frotteurs l'un sur le rail 3 du premier groupe, l'autre sur le rail 5 du 2^e. Cet électro appartiendra au glisseur desservant l'appareil 35.

La deuxième condition consiste à couper l'alimentation des rails lorsque la prise du pli est faite. L'appareil schématisé ci-dessous

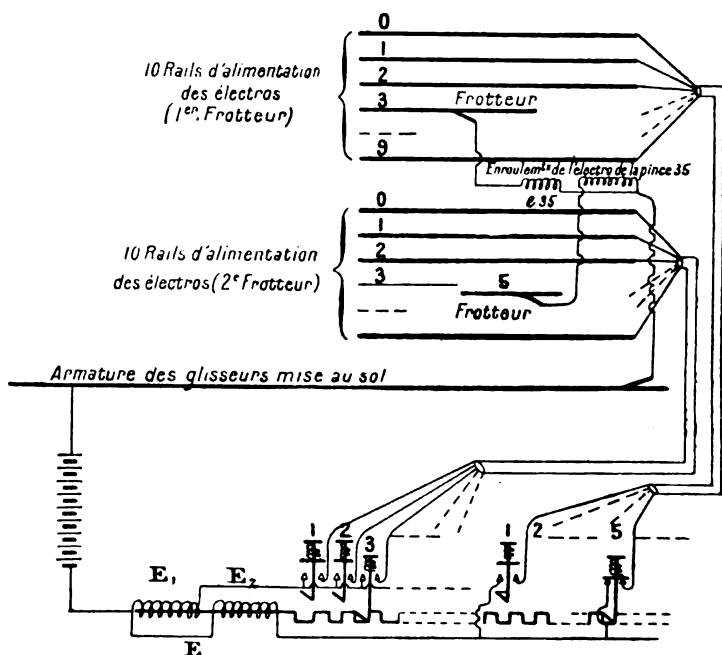


Fig. 14.

la réalise. Lorsque l'électro 35 e_{35} est excité par ses deux enroulements l'électro E l'est également par les deux siens E_1 et E_2 . Il libère alors les boutons 3 et 5 avec un certain retour pour permettre la prise.

Remarque. — Pour chaque opérateur, un seul plateau d'envoi ne suffirait peut-être pas. Dans une étude définitive, on s'appliquerait à en déterminer le nombre.

VI. — TRUCK ÉLECTRIQUE SILVERTOWN.

Ce truck est utilisé dans les gares pour le transport des sacs postaux. Très robuste, tant au point de vue mécanique qu'au point de vue électrique, il donne toute satisfaction à l'Administration anglaise des Postes.

Sa *construction*, au moteur près, rappelle celle des automobiles à essence. Un cadre en acier (en cornière et en U) porte, par l'intermédiaire de quatre ressorts semi-elliptiques, sur quatre roues. Celles de derrière sont motrices et celles de devant, directrices, sont commandées par un volant placé en avant et à droite.

Le *moteur* électrique placé à l'arrière et sous le caisson est fixé à l'essieu et au cadre suivant la suspension dite « par le nez ». Dans les premiers modèles l'attache au cadre était rigide. Elle donna lieu à de nombreux mécomptes, aussi par la suite l'a-t-on rendue élastique. Le moteur est du type Silvertown entièrement renfermé à l'abri des poussières et de l'humidité. Ses paliers sont à billes, graissés et également protégés. Les enroulements ont été prévus pour une très forte surcharge.

Le collecteur du moteur est placé vers l'arrière et il suffit de soulever une sorte de capot pour le visiter et changer le cas échéant les balais.

La transmission se fait en deux étages : par roue d'angle et engrenage démultiplicateur. Ces organes soignés comme fabrication sont en acier très dur : ils sont à l'abri des poussières et doivent être graissés.

Les *accumulateurs* sont du type Edison. On trouvera sur ce type tous les renseignements dans le numéro des *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones* de septembre 1918 (p. 435). Les avantages au point de vue de la traction sont les suivants : il est léger, insensible aux chocs, ne dégage pas de gaz nocif, garde indéfiniment sa charge et sa capacité et supporte les plus fortes surcharges. Le truck Silvertown en comporte 42 rangées dans une caisse sous la plate-forme de charge et entre les roues.

Le *contrôleur* rhéostatique est à 6 positions : 3 pour la marche

avant et 3 pour la marche arrière. A l'arrêt, le courant est coupé par une pédale avant que le doigt du contrôleur ait quitté le dernier segment.

On évite ainsi de détériorer ce dernier avec l'étincelle de rupture. La commande du contrôleur se fait par un levier placé à gauche du conducteur. Le contrôleur, très robuste, comporte des surfaces flottantes très larges afin qu'elles ne soient pas échauffées exagérément par un courant de surcharge.

Mise en marche et freinage. — Le levier de commande du contrôleur actionne en même temps un frein mécanique. A la position d'arrêt du levier, les freins sollicités par un fort ressort appuient sur les roues. Au moment de la mise en marche, les roues sont dégagées sous l'action du levier, puis le courant est fermé sur le moteur et, finalement, le levier allant à bout de course, les résistances du contrôleur mises successivement hors circuit. Un deuxième frein électrique est commandé par la pédale qui à l'arrêt doit couper le courant. Enfin, et ceci nous montrera combien les mesures de sûreté ont été cumulées, l'agencement de la plateforme est tel que le levier de commande est ramené à l'arrêt si le conducteur quitte intempestivement sa place et ne peut être déplacé s'il ne la reprend. On évite ainsi les accidents, très possibles, dans une gare, résultant d'un truck abandonné à lui-même alors qu'il est en marche.

Le *caisson* comporte des montants sur lesquels des cloisons métalliques peuvent être fixées.

Les *roues* sont en acier et portent des pneus en caoutchouc pleins.

La *charge* utile que le camion peut transporter est de 500 kgs. environ. Le poids du camion avec ses accumulateurs est de 1.000 kgs.

La *distance* que peut parcourir l'appareil sur bonne route avec une charge moyenne est de 25 kilomètres environ.

Sa *vitesse* est de 8 km. à l'heure. Il peut franchir des rampes allant jusqu'à 1/8.

Enfin, la *consommation* sur bonne route est 110 watts-heure par tonne et par mille.

Réseau téléphonique aéro-souterrain de Strasbourg

par M. MOURICE,
Inspecteur des Postes et Télégraphes.

Multiple. — Le multiple téléphonique de Strasbourg, installé par l'Administration allemande en 1899, est actuellement à bout de service. Il est du type horizontal Mixt et Genest. Sa capacité est de 5.000 jacks locaux et de 8.000 jacks généraux.

Il lui sera substitué un multiple manuel à batterie centrale intégrale, équipé pour 10.000 abonnés et comportant toutes les simplifications possibles dans le mode opératoire (appel par enfoncement de la fiche, mise en écoute automatique).

Il est prévu pour l'urbain : 60 positions d'opératrices, 5 tables de surveillance, 2 tables de renseignements, et pour l'interurbain 40 tables pouvant desservir au total 270 circuits, 4 tables de concentration, 4 positions d'annotatrices, 4 tables de surveillance et une table de renseignements. La liaison entre l'urbain et l'interurbain sera assurée par 4 groupes intermédiaires.

Réseau urbain. — A part quelques abonnés très proches du central desservis par des circuits aériens aboutissant à la tourelle de concentration, tous les départs sont en câble.

Il est utilisé dans le réseau indifféremment des câbles de base 7 et des câbles de base 10.

Parmi les premiers, on ne s'est pas servi de câbles dont la capacité soit supérieure à 224 paires. Dans le système de base 10 on a utilisé des câbles dont les capacités s'échelonnent par 50 paires, depuis 50, jusqu'au maximum de 600 paires.

Les conducteurs de ces câbles sont uniformément de 8/10, jusqu'à 450 paires y compris.

Le câble de 500 paires comprend deux types : l'un à 8/10, l'autre à 6/10. Le câble à 600 paires n'est jamais fait qu'en 6/10.

L'usage généralisé des dalles à conduites multiples est une caractéristique du réseau, la raison de sa souplesse, de ses possibilités d'extension, et de sa grande capacité. Leur pose a commencé en 1899.

Les dalles sont de deux types : la dalle à trous de 100 mm. de diamètre, la dalle à trous de 120 mm. Dans chaque type il est fourni couramment des dalles à 1, 2, 3 ou 4 trous.

La pose des câbles dans ces dalles est aisée, mais surtout leur relevage permet, sans aucune difficulté, de substituer à des câbles moyens qui ne suffisent plus, des câbles de plus forte capacité. C'est là que réside toute la souplesse du système, toute l'économie réalisée, malgré des frais d'établissement assez importants.

Il est, semble-t-il, encore un autre avantage : la dalle à conduite multiple paraît préserver de l'électrolyse. On ne peut être sur ce point affirmatif, mais il est de toute certitude que dans des réseaux comparables à celui de Strasbourg et établis soit en galerie, soit en égout, soit en tranchée, les cas d'électrolyse sont extrêmement fréquents et importants, alors qu'ici on n'en connaît pas d'exemples.

Une part revient, peut-être, dans cette immunité, à la bonne tenue électrique du réseau des tramways.

En aucun cas il n'a été fait à Strasbourg usage des égouts pour abriter les câbles.

Les longueurs de câbles en tranchée sont très petites par rapport au développement total des artères et le cas de la tranchée ne se rencontre qu'aux extrémités du réseau pour des câbles desservant les abonnés des communes suburbaines.

La constitution du réseau de Strasbourg se ressent des divers systèmes qui ont été en faveur aux différentes époques de sa construction.

Quelques câbles procèdent du système dit rayonnant ; mais à ce système sans souplesse a vite succédé le système de la sous-répartition pour la partie concentrée de l'agglomération.

7 répartiteurs auxiliaires, distants du Central de 800 à 2.000 mètres, lui sont reliés, et la liaison est assurée entre certains de ces répartiteurs par des câbles de petite capacité.

Les câbles rayonnants, de même que les répartiteurs auxiliaires, desservent ensemble 172 points de concentration dont la capacité maximum est de 50 à 56 lignes.

Dans son ensemble le réseau doit être considéré comme bien conditionné et facilement extensible, mais l'entrée de l'hôtel des Postes est exceptée de cette appréciation.

Réseau interurbain. — La totalité des circuits et des fils arrive à la tourelle de concentration par la voie aérienne. Il n'y a d'exception que pour trois câbles télégraphiques sous gutta chacun à 7 conducteurs desservant respectivement Metz, Mulhouse et Francfort.

Entrée des câbles. — L'entrée des câbles, telle qu'elle a été réalisée par l'Administration allemande, est des plus mal faites et, par certains côtés, absolument indescriptible. Les craintes que l'on a eues un temps de voir les communications souterraines endommagées par des bombardements ont amené à faire à l'entrée même de l'hôtel des Postes, des dérivations et des détournements qui n'ont fait qu'aggraver le désordre antérieur.

L'emplacement choisi pour le nouveau répartiteur nécessitait la reprise de tous les câbles aux diverses entrées actuelles.

On s'est arrêté au projet d'une galerie d'accès dans laquelle déboucheront les câbles venant de toutes les directions avant d'être dirigés sur une chambre d'entrée, où ils seraient repris en câbles sous soie et coton, qu'une gaine d'ascension amènera jusqu'au répartiteur.

Galerie d'accès. — Le débouché des canalisations à conduites multiples obligeait à construire une galerie longitudinale.

Il était difficile de prévoir exactement les extensions téléphoniques qui pourraient résulter pour Strasbourg des nouvelles conditions politiques et économiques de la région.

Mais, outre les installations intérieures urbaines et interurbaines qui vont être faites, le bâtiment peut recevoir un second multiple urbain de 10.000 abonnés s'il en était besoin. Il convenait donc de ménager la possibilité de faire accéder au bâtiment, un nombre

de circuits urbains en rapport avec sa capacité intérieure, soit 20.000 circuits, plus les réserves.

Dans le réseau de Strasbourg, à cause de la sous-répartition des câbles, de la possibilité d'user de câbles à grande capacité, et des liaisons entre répartiteurs auxiliaires, le taux de ces réserves peut tomber au-dessous du chiffre généralement admis dans d'autres réseaux d'importance comparable, et se tenir entre 10 et 15 %. C'est sur ces bases qu'a été fixé l'accroissement à apporter aux artères en dalles débouchant dans la galerie.

Il a été procédé sans délai à l'extension dans la direction la plus chargée, cela jusqu'à la prochaine chambre de tirage, de façon à n'avoir plus à rouvrir le trottoir en face du bâtiment.

Dans les autres directions, les nouveaux départs ont été seulement amorcés par la pose de deux dalles de façon à les indiquer pour l'avenir et à n'avoir jamais à reprendre le travail dans la galerie.

On voit qu'on se réserve ainsi 112 entrées possibles, ce qui, en prenant le chiffre de 20.000 circuits, augmenté de 15 % pour les réserves, assigne à chaque entrée un maximum de 200 paires environ, chiffre très faible. Il faut tenir compte que certaines de ces conduites seront prises par les câbles d'adduction des circuits et des fils interurbains.

L'une de ces entrées sera affectée à la pénétration en souterrain dans une salle, du câble aérien en projet Paris-Strasbourg.

La galerie est établie sur un radier étanche formant coffrage jusqu'à une hauteur de 30 centimètres. A raison du prix élevé du revêtement assurant l'étanchéité, il a paru suffisant de protéger jusqu'à cette hauteur au-dessous de laquelle les plus hautes eaux se sont toujours tenues.

Malgré cela on a pris la précaution de prévoir un puisard sur lequel la pente du fond concentrerait les eaux d'infiltration et où s'amorcerait la conduite d'aspiration d'une pompe centrifuge mue électriquement. Ces précautions ne sont pas exagérées à cause de la situation de l'immeuble au voisinage du confluent de l'Il et de l'Aar.

Le plafond de la galerie est en fer double T relié par des

voûtaines en béton de ciment. Il comporte des couvercles mobiles pour permettre le tirage des câbles.

Gaine. — La nécessité de traverser le couloir, soit par-dessus, soit par-dessous a beaucoup compliqué la question. On s'est résolu au passage par-dessous, qui était le plus facile, mais qui entraînait des complications, dans le cheminement des câbles de division entre les pièces de division et la pénétration dans la gaine. Après examen de toutes les questions la solution suivante a été prise :

La gaine comporte une partie horizontale débouchant sur le sol de la chambre de division, et une partie verticale.

Les câbles sont supportés dans leur trajet horizontal à la traversée du couloir, au droit de chaque mur par des cornières verticales, mobiles dans le sens longitudinal par glissement sur les ailes des poutres de soutènement, et pouvant être dégagées de la glissière par une rotation d'un quart. Une glissière inférieure fixe la cornière par le bas.

Les câbles passent chacun dans un trou et y sont fixés par un tampon.

Dans sa partie verticale, la gaine est formée de quatre montants en fer U.

Des cadres entretouissent ces montants. Les grandes traverses de ces cadres reçoivent les supports des câbles. Chaque support est fait d'un fer U percé de 12 grands trous, dans chacun desquels passe un câble. Après le tirage, le câble est coincé dans son support par un bouchon conique en bois dur perforé selon son axe et fendu suivant un plan diamétral.

Les supports des câbles portent à chaque extrémité un trou plus petit s'adaptant exactement à ceux qui sont percés sur l'aile horizontale des traverses. Une broche simplement posée et traversant les deux trous, assure la fixité des supports.

La gaine est calculée pour supporter un effort vertical de 14 tonnes, y compris son poids propre.

Les parois latérales sont maçonnées en briques.

Des portes en tôle de fer assurent la fermeture.

La gaine peut être ouverte du haut en bas pour le travail.

Telle qu'elle est construite, elle peut assurer l'ascension de 492 câbles dont le diamètre extérieur ne dépasse pas 30 millimètres, mais il peut y être ajouté au besoin quelques supports.

Une nappe verticale quelconque peut toujours être dégagée pour le tirage ; il suffit de déplacer latéralement les nappes voisines en faisant glisser les supports sur les traverses de la gaine.

Un espace, non garni de supports, a été ménagé dans ce but ; mais l'intervalle libre peut être réparti comme on voudra pour former plusieurs séries de nappes verticales séparées par des intervalles, si par exemple ce besoin se faisait sentir pour assurer l'échappement des câbles au débouché supérieur de la gaine, dans la salle du répartiteur.

Les câbles issus de la gaine sont disposés en nappe sur le plancher en ciment de la salle du répartiteur et distribués aux têtes verticales sous un faux plancher.

Enfin la gaine est montée sur un radier formant coffrage étanche. Cette précaution n'est pas inutile, l'eau y étant apparue pendant la crue de décembre 1919-janvier 1920, au cours de l'exécution des travaux.

La gaine sera obturée à son débouché dans la chambre de division mais imparfaitement, comme il est de toute évidence. On réalisera une obturation complète en bouchant les trous libres des supports partiellement occupés par des bouchons en bois tendre coniques et non évidés et les supports entièrement libres par une toile d'amiante incombustible. L'intervalle libre pour déplacer les nappes sera obturé de même.

La pénétration des réseaux souterrains dans les immeubles et leur accès au répartiteur sont parmi les questions les plus importantes que posent la création et l'extension de ces réseaux.

Elles le sont d'autant plus qu'en général elles ne comportent que des solutions d'espèce dictées par la configuration intérieure du bâtiment ou celle de ses abords, et qu'aussi l'extension continue de ces réseaux dépasse les prévisions restreintes qui avaient servi de bases aux projets.

Il a paru utile de faire connaître à ceux que la question intéresse, la solution adoptée ici, et qui peut en inspirer d'autres.

L'IMPRIMEUR SUR PAGES DU SYSTÈME « MORKRUM »

Les ANNALES ont publié, dans le numéro de décembre 1919 (p. 614) une description des appareils « Multiplex américains ». Il a paru intéressant de décrire également l'imprimeur MORKRUM récemment construit en Amérique, et qui peut fonctionner sur des installations « Multiplex ». Il est à remarquer que, seule, la différence des alphabets empêche son adaptation au Baudot.

L'imprimeur Morkrum, qui fait partie du système duplex, à transmission automatique par bande perforée, de la même marque, et est employé comme traducteur dans le multiplex américain, se présente sous la forme d'une machine dont les dimensions sont sensiblement inférieures à celles d'une machine à écrire.

L'appareil (fig. 1) est à roue des types. Pour amener n'importe quel caractère en position d'être imprimé, cette roue n'accomplit jamais, au maximum, qu'une demi-révolution à gauche ou à droite. L'impression des caractères fait intervenir un mécanisme de frappe qui projette la roue des types contre le papier. C'est grâce à un joint universel que la roue des types peut être ainsi actionnée quel que soit l'angle dont elle a tourné pour présenter le caractère voulu au papier.

Entre la roue des types et le cylindre de la machine, est monté, à l'extrémité d'un bras mobile, un rouleau encreur (fig. 2). Lorsque la roue des types commence sa trajectoire vers le papier, elle rencontre ce rouleau qui est ainsi amené à frotter sur le caractère qui doit être imprimé. Continuant sa route vers le cylindre, la roue passe sous le rouleau encreur et frappe le papier. Au moment de l'impression le caractère est centré par

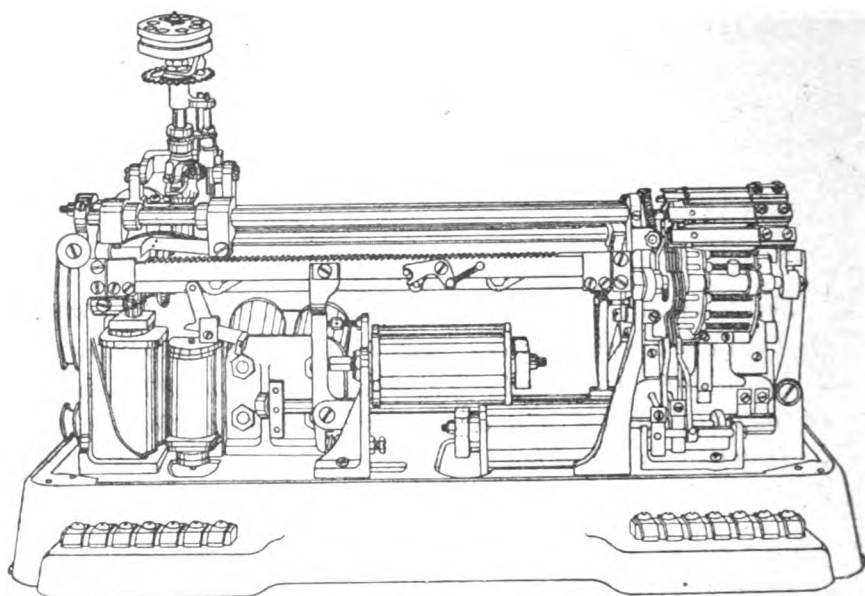


Fig. 1.

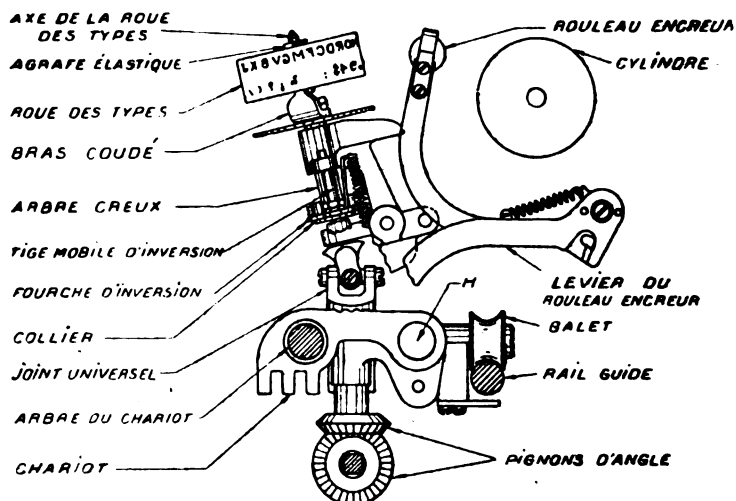


Fig. 2.

un dispositif spécial et, après chaque rotation, la roue des types elle-même est rigoureusement centrée en position de repos.

La partie supérieure de l'arbre de la roue des types est creuse et renferme un axe auquel la roue est assujettie. Cet axe est maintenu en place par un collier à vis, au moyen d'un mécanisme en prise avec ce collier, l'axe et, par conséquent, la roue des types elle-même, peuvent être soulevés de manière à présenter à l'impression une seconde rangée de caractères : ceux de la numération et de la ponctuation.

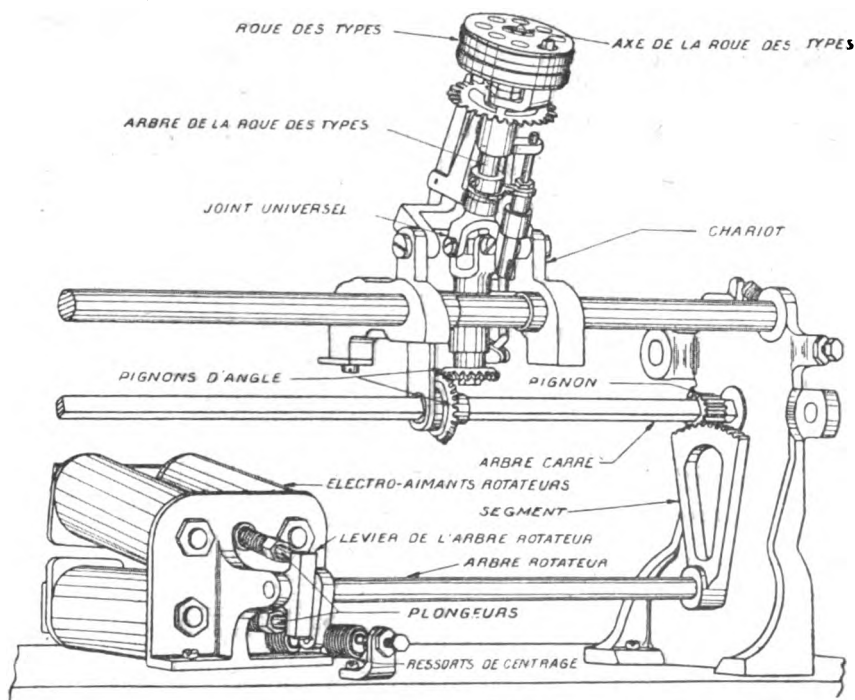


Fig. 3.

La roue des types et son mécanisme de commande sont montés sur un chariot mobile (fig. 3) qui se déplace devant le cylindre de la machine.

L'extrémité inférieure de l'arbre de la roue est munie d'un pignon denté engrenant avec un pignon identique, disposé de

manière à pouvoir se déplacer le long d'un arbre carré; la rotation de ce dernier entraîne donc celle du train d'engrenages et, par conséquent, de la roue des types. A l'extrémité droite de cet arbre carré est monté un pignon engrenant avec un segment denté monté à l'extrémité d'un autre arbre, qui est l'arbre rotateur. A l'extrémité gauche de ce dernier est claveté un levier dont chaque bout est relié à un électro-aimant. Étant donné qu'un seul électro peut être excité à la fois, suivant que le courant parcourra l'électro de dessus ou celui de dessous, le levier sera repoussé soit par le plongeur du premier, soit par celui du second et imprimera à l'arbre de transmission un mouvement partiel de rotation dirigé dans le sens correspondant. Ce mouvement sera communiqué par le segment denté à l'arbre carré puis à l'arbre de la roue des types. Par conséquent, cette dernière sera, elle aussi, sollicitée à tourner soit vers la droite, soit vers la gauche, suivant le cas.

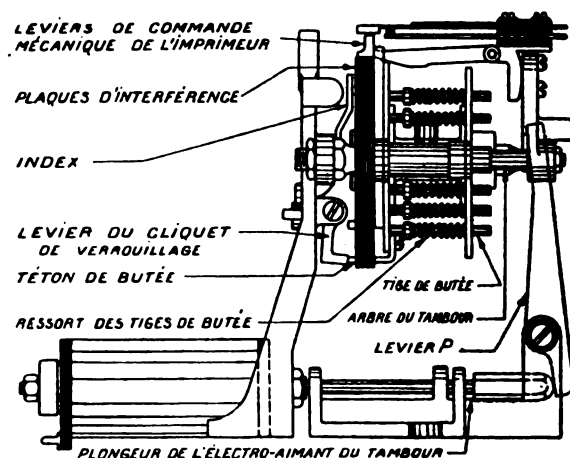


Fig. 4.

Le mécanisme combinatoire servant à amener un caractère donné de la roue des types en position d'être imprimé, est commandé par cinq électro-aimants (fig. 4) directement reliés aux cinq contacts correspondants du secteur de réception du distributeur.

Le balai récepteur est connecté au butoir de travail du relais de ligne; l'armature de ce relais est, elle, reliée à la source locale de courant. Le relais de ligne est actionné par les émissions transmises par la ligne; lorsque ce sont des émissions de travail, son armature ferme le contact de travail et relie ainsi la source de courant au balai récepteur. En passant sur les contacts du distributeur, le balai connecte successivement les électro-aimants combineurs au contact de travail du relais de ligne et si, pendant qu'un de ces électros est ainsi en circuit, l'armature du relais de ligne se trouve appuyée contre son butoir de travail, le courant parcourra l'électro-combinateur considéré et l'actionnera.

Les électros 1, 2, 3 et 5 correspondent respectivement aux premier, deuxième, troisième et cinquième moments du Code et commandent, par l'intermédiaire de mécanismes analogues aux

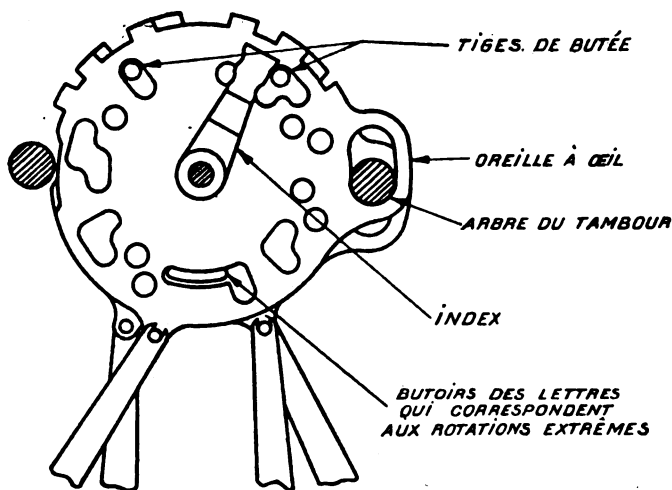


Fig. 5.

mécanismes percuteurs des armes à feu, quatre plaques dites d'interférence portées par le combineur. Ce dernier consiste en un tambour portant un nombre de tiges de butée égal à celui des lettres de l'alphabet (à l'exception des lettres *J* et *Z*). Ce tambour peut se déplacer le long de deux arbres horizontaux. Les quatre plaques sont montées sur la gauche du tambour; elles sont

percées d'ouvertures dont les formes et la disposition varient avec chaque plaque (fig. 5). En outre, les plaques sont entaillées de façon à présenter un certain nombre d'encoches diversement réparties sur une portion de leur périphérie. Elles sont montées de manière à prendre chacune, sous l'action de l'électro-aimant combinateur correspondant, un léger mouvement de rotation dirigé dans le sens des aiguilles d'une montre.

Le mouvement d'une ou plusieurs plaques a pour résultat d'amener certains des trous des quatre plaques à coïncider et à permettre le passage, soit de deux tiges de butée, une de part et d'autre du centre, ou seulement d'une tige ; mais, dans ce dernier cas, le mouvement en question a également pour résultat de placer certaines encoches de la périphérie des plaques dans le prolongement les unes des autres pour permettre à un levier de s'engager dans la rainure ainsi formée. Les leviers commandent le fonctionnement des organes de l'imprimeur qui ne participent pas à l'impression proprement dite d'un caractère, comme, par exemple, ceux qui provoquent le retour du chariot de la roue des types, l'espacement des mots, des lignes, etc... On y reviendra plus tard.

Les tiges de butée sont maintenues appuyées contre la plaque postérieure du tambour par des ressorts. Lorsque l'électro-aimant qui commande le déplacement du tambour est excité, son plongeur presse contre l'extrémité inférieure du levier à pivot, *P* (fig. 4), dont l'extrémité supérieure est alors amenée à repousser le tambour vers la gauche. Les tiges de butée sont entraînées avec le tambour et lorsqu'un trou se trouve débouché à travers les quatre plaques d'interférence, la tige correspondante s'y engage. Là où les trous ne sont pas complètement débouchés, les tiges se trouvent bloquées et, pour s'accommoder du mouvement en avant du tambour, elles n'ont d'autre alternative que de faire saillie en arrière de ce dernier en comprimant davantage leurs ressorts ; le tambour effectue toujours une course complète.

A l'extrémité droite de l'arbre carré est fixé un bras ou index (fig. 5). La rotation de l'arbre entraîne cet index qui balaye la

surface de la plaque d'interférence antérieure. Il est évident que toute tige qui aura pu traverser l'ensemble des quatre plaques et fera saillie sur la dernière, la plaque antérieure, arrêtera le déplacement de l'index et, par conséquent, limitera la rotation de la roue des types à un certain angle correspondant à la quantité dont la roue aurait dû tourner, dans le sens voulu, pour amener le caractère désiré en position d'être imprimé.

Les butoirs pour les lettres *J* et *Z*, qui correspondent aux positions extrêmes dans l'un et l'autre sens, sont constitués par les arêtes opposées d'une portion recourbée de la plaque antérieure du tambour. Le déplacement des plaques est obtenu de la façon suivante :

Un petit téton horizontal, A (fig. 6), est rivé dans un appendice

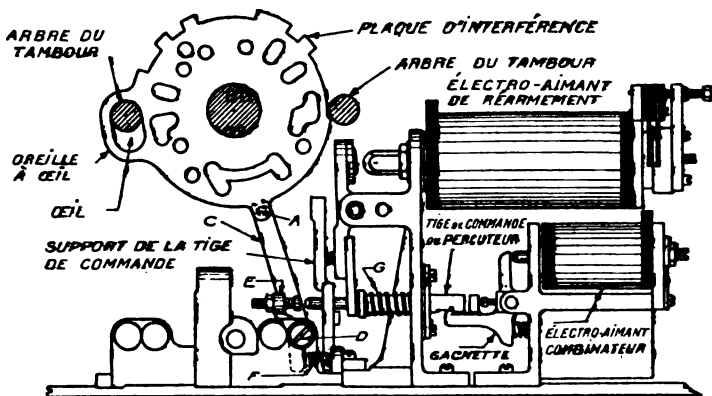


Fig. 6.

situé à la partie inférieure de chaque plaque ; ce téton s'engage dans la fourchette qui termine l'extrémité supérieure d'un long levier, C, lequel est relié, par son extrémité inférieure, à l'arbre D. Claveté sur ce même arbre est un petit levier E contre l'extrémité inférieure duquel appuie un ressort F qui tend à faire tourner l'arbre D et, par suite, la plaque, dans le sens inverse de celui des aiguilles d'une montre. Chaque plaque est munie d'une oreille percée d'une ouverture oblongue. L'un des arbres du tambour traverse les ouvertures des quatre plaques ; la quan-

tité dont celles-ci peuvent tourner dépend, par conséquent, de la longueur du grand diamètre intérieur des ouvertures, longueur qui est la même pour toutes les plaques.

Dans le prolongement du levier E est montée une tige de commande horizontale analogue à celle d'un percuteur ; cette tige est pourvue en arrière d'une encoche dans laquelle est normalement engagé le bec d'une gâchette. Lorsque celui-ci est dégagé de l'encoche par l'action de l'électro-aimant combinateur correspondant, le ressort G, qui se trouvait comprimé, pousse la tige de commande contre la partie supérieure du levier E, malgré la résistance antagoniste offerte par le ressort F. La détente a donc pour effet de provoquer le déplacement de la plaque correspondante.

Comme il a été mentionné, les plaques d'interférence du combinateur correspondent aux éléments 1, 2, 3 et 5 du code et sont actionnées par les électros de même numération. L'électro combinateur n° 4, qui correspond au quatrième moment, est identique aux autres et son fonctionnement provoque également la détente d'un mécanisme de percussion. Au lieu, cependant, de causer le déplacement d'une plaque, ce mécanisme joue le rôle d'un interrupteur intercalé dans le circuit du relais dit de la quatrième émission qui détermine le sens de la rotation de la roue des types et, également, quels sont les électro-aimants qui doivent être mis en circuit à un moment donné pour effectuer une manœuvre d'un organe de l'imprimeur ne participant pas à l'impression.

Après que les plaques ont été disposées de manière à permettre une combinaison quelconque et que le tambour a terminé sa course, les tiges qui ont pu traverser les ouvertures des plaques, maintiennent celles-ci dans la position correspondant à la combinaison obtenue jusqu'à ce que le tambour soit rappelé à sa position normale de repos. Il s'ensuit que les tiges de percussion peuvent être maintenant réarmées.

Le mécanisme de réarmement consiste en une longue plaque verticale montée à pivot et actionnée par un électro-aimant dit de réarmement (fig. 6). Chaque tige de percussion porte un col-

lier. Lorsque l'électro-aimant de réarmement est excité, son plongeur repousse la partie supérieure de la plaque, de sorte que la partie inférieure de celle-ci est déplacée dans le sens inverse et amenée à faire pression sur les colliers de toutes les tiges de percussion dont la détente a été produite ; cette pression a pour effet de rappeler ces tiges en arrière d'une quantité suffisante pour que les becs des gâchettes correspondantes puissent s'engager à nouveau dans les encoches des tiges.

Le dispositif de commande du mouvement des plaques d'interférence est très ingénieux ; c'est à lui, en grande partie, que l'imprimeur doit de pouvoir fonctionner à une vitesse qui peut atteindre quatre-vingts mots à la minute mais qui, en service normal, est maintenue aux environs de soixante mots. On remarquera, en effet, que n'étant pas solidaires du mouvement des plaques, puisqu'ils n'ont pour fonction que de presser la détente des « percuteurs », les électro-combinateurs sont immédiatement disponibles pour la combinaison qui suit, dès qu'ils ont frappé la gâchette. D'autre part, tous les percuteurs qui ont fonctionné sont réarmés dès que le tambour s'est déplacé en avant et, par conséquent, alors que l'impression de la lettre, ou la manœuvre d'un organe mécanique de l'imprimeur, correspondant à la combinaison reçue, est loin d'être terminée. Il en résulte que l'ensemble du dispositif de sélection est au repos avant que la combinaison reçue n'ait été complètement traduite par l'imprimeur et que la suivante est déjà, en quelque sorte, emmagasinée. Enfin, les plaques et le tambour effectuant toujours des déplacements complets, d'amplitude très faible d'ailleurs, les mouvements peuvent être énergiques et par conséquent rapides.

Lorsque la détente d'une tige de percussion quelconque est produite, le collier de cette tige vient heurter la plaque de réarmement, déplace celle-ci et ferme des contacts intercalés dans le circuit d'un relais dit de la sixième émission. Or, c'est par l'intermédiaire de ce relais que le courant local est amené à exciter, dans l'ordre suivant : les relais de la quatrième émission, si l'électro-aimant combineur n° 4 a été excité et, dans ce cas, l'un des électro-aimants rotateurs, puis l'électro-

aimant de commande du déplacement du tambour. Un peu avant d'achever sa course, le tambour ferme un interrupteur intercalé dans le circuit de l'électro-aimant de réarmement ; ce dernier est alors actionné et réarme les « tiges de percussion » ; en même temps, il ferme des contacts intercalés dans un circuit qui va du relais de la 6^e émission au relais d'impression. Pendant ce temps, l'électro-aimant rotateur qui a été excité, a provoqué la rotation de la roue dans le sens voulu et de la quantité nécessaire pour amener le caractère désiré en position d'impression. Le fonctionnement du relais d'impression a pour résultat d'actionner l'électro-aimant de frappe et celui de l'espacement des lettres. La frappe provoque le fonctionnement de l'interrupteur principal (qui est un interrupteur mécanique) lequel coupe le circuit du relais de la 6^e émission, ce qui a pour résultat d'ouvrir automatiquement tous les circuits de l'imprimeur. Le cycle des opérations décrites se reproduit ensuite dans le même ordre à chaque combinaison correspondant à un caractère. De ce qui précède, on voit qu'en somme c'est le relais de la sixième émission qui déclenche le fonctionnement de l'imprimeur.

Si la combinaison réalisée au moyen des électro-aimants combineurs correspond à une commande mécanique, l'espacement des lignes, par exemple, au lieu de l'impression d'un caractère, il est évident que la frappe ne doit pas intervenir ; le relais de la sixième émission est actionné ; comme précédemment, il met l'électro-aimant du tambour en circuit. Lorsque le tambour se déplace en avant, les contacts de la commande de l'espacement des lignes sont fermés et le courant peut exciter l'électro-aimant qui effectue cette commande. En même temps, il parcourt un relais dit de commutation et, empruntant des contacts fermés par ce dernier lorsqu'il est excité, se rend au relais principal de rupture et l'actionne provoquant ainsi, comme précédemment, l'ouverture de tous les circuits de l'imprimeur. On remarquera que le relais de la 4^e émission n'a pas fonctionné ; cela est dû à ce que la 4^e émission du signal était une émission de repos.

Lorsque les contacts de réarmement ont été fermés, le relais d'impression a été actionné, ce qui a eu pour effet d'ouvrir le

circuit de l'électro-aimant de réarmement, mais l'électro de frappe n'a pu fonctionner, car le circuit reliant ce dernier au relais d'impression a été ouvert du fait que l'électro-aimant de commutation fut excité.

Pour faire revenir, en fin de ligne, le chariot de la roue des types à sa position initiale, un dispositif est prévu qui met en jeu un électro-aimant spécial et également un ressort que le déplacement du chariot le long des cylindres a progressivement tendu. L'électro-aimant produit le déclenchement, tandis que le ressort effectue le rappel. Un amortisseur à air rend la manœuvre relativement silencieuse.

Deux électro-aimants, un pour les lettres, l'autre pour les

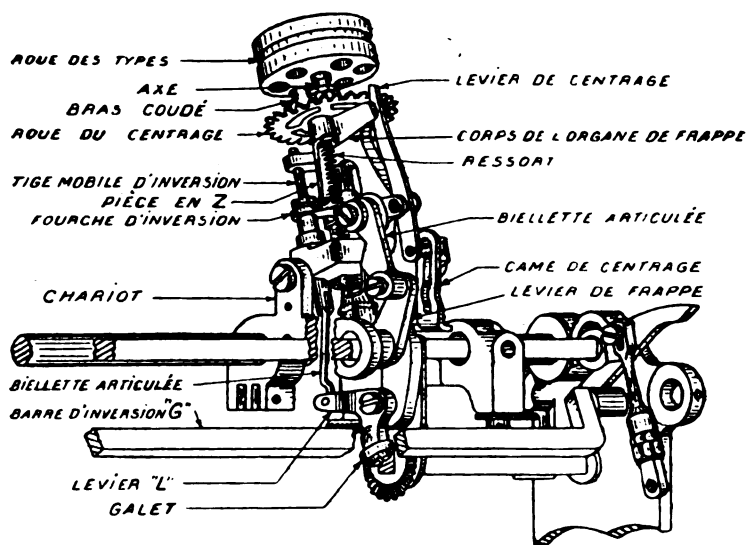


Fig. 7.

chiffres, déterminent quelle est la rangée de caractère qui doit être présentée à l'impression. Ces deux organes opèrent de la façon suivante : le collier possède une cannelure périphérique (fig. 7) dans laquelle s'engagent les deux branches d'une fourche. Celle-ci est fixée par un écrou à une tige mobile qui traverse un fourreau guide serti dans le corps de l'organe de frappe. L'extrémité inférieure de cette tige est reliée, par l'intermédiaire

d'une biellette, à un levier *L* muni d'un galet portant sur une barre basculante *G*. Ceci dit, lorsque l'électro des chiffres est actionné, son noyau presse contre le levier qui commande la montée de la roue des types et dont l'extrémité supérieure porte une vis de butée réglable, dont la position est telle que lorsque le levier est repoussé vers l'extérieur par l'action de l'électro-aimant des chiffres, cette vis rencontre la barre *G* et la fait basculer. Le mouvement de cette barre entraîne le déplacement du levier *L* et par suite celui de la tige mobile, de la fourche et enfin de l'axe de la roue des types : celle-ci est ainsi amenée à présenter sa rangée inférieure de caractères, celle des chiffres et signes de ponctuation, en position d'impression.

Le levier contre lequel le plongeur de l'électro des chiffres presse lorsque ce dernier est excité, est monté à pivot vers son centre ; son extrémité inférieure repose contre une pièce mobile munie d'un cran d'arrêt qu'un ressort tend à faire remonter. Il s'ensuit que, lorsque l'électro des chiffres est actionné, le cran d'arrêt s'engage dans l'extrémité inférieure du levier et, par l'intermédiaire de celui-ci, maintient la roue des types soulevée. Pour provoquer le déclenchement, il faut donc exciter l'électro-aimant des lettres. Chaque fois, par conséquent, qu'on a perforé, à la transmission, une combinaison de la rangée supérieure des touches, il faut appuyer sur la touche marquée « lettres », si l'on ne veut pas que l'imprimeur continue à imprimer des caractères de ponctuation ou de numération.

Au-dessous de la plaque qui forme le dessus du corps de l'imprimeur, est monté l'électro-aimant de commande du mécanisme d'espacement des lignes. Un levier permet de régler instantanément l'imprimeur à un ou à deux interlignes.

La fermeture des circuits électriques qui commandent les mouvements de l'imprimeur autres que ceux qui ont trait à l'impression elle-même (tels que l'espacement des lignes, le retour du chariot, etc...) est obtenue de la façon suivante :

Sept leviers commandant chacun un contact, font pression sur la périphérie de la plaque gauche du tambour combinateur.

Lorsque le tambour se déplace en avant, ces leviers tombent

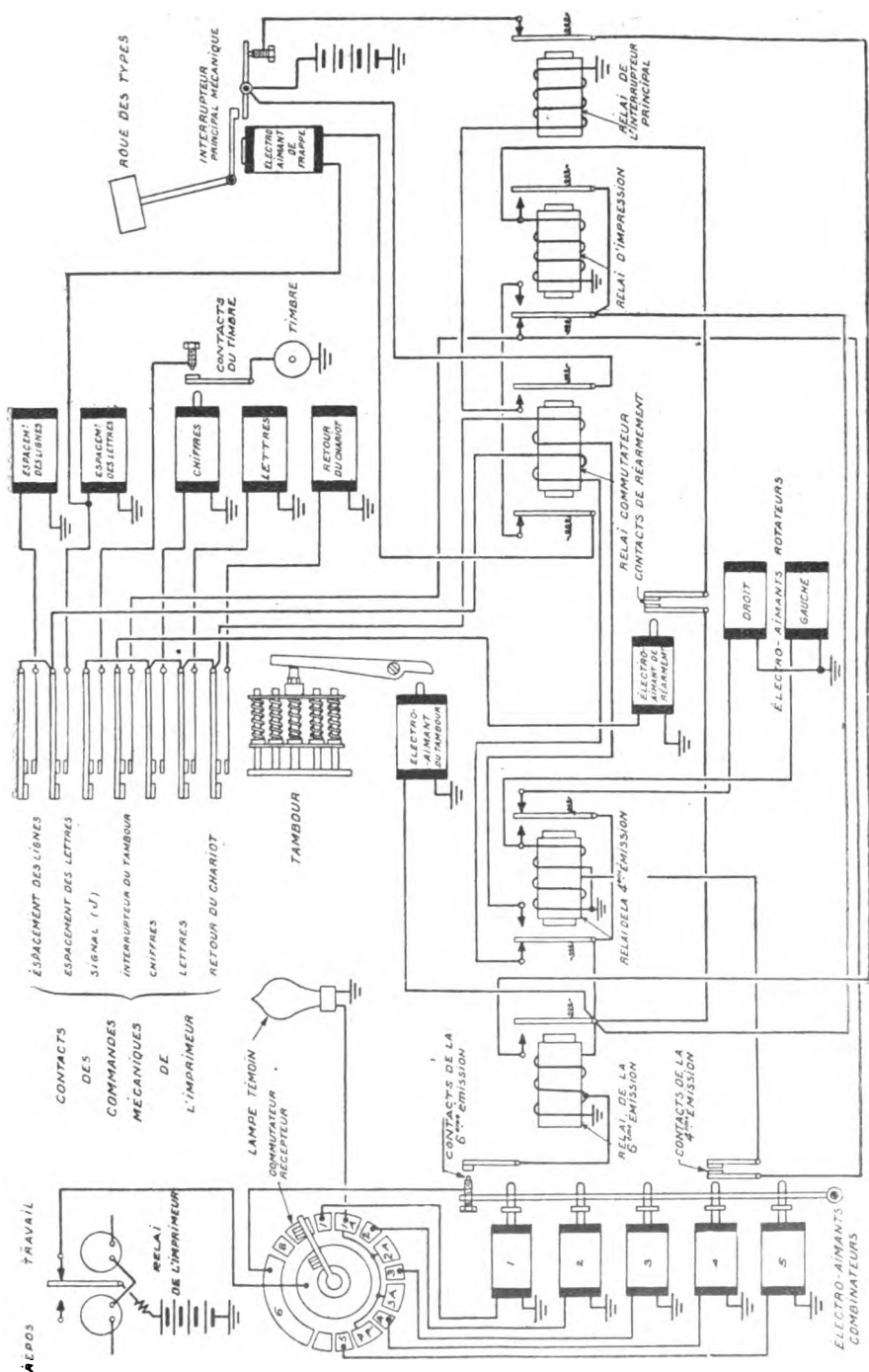


Fig. 8.

sur la périphérie des plaques d'interférence. Si certaines des encoches de ces dernières se trouvent alignées sous un levier particulier, celui-ci s'y engage et le contact est ainsi fermé.

La roue des types effectue un mouvement de rotation à chaque commande d'un mouvement mécanique, mais ne peut pas frapper le cylindre, car le circuit conduisant à l'électro de frappe est ouvert par le relais de commutation lorsque ce dernier est excité ; or, il est excité à chaque commande d'un mouvement mécanique. Comme on peut s'en rendre compte, le rôle de ce relais est de ne fermer le circuit d'impression qu'à bon escient.

Les positions respectives des différents relais et électro-aimants de l'imprimeur, telles qu'elles ressortent sur la figure 8, indiquent l'ordre suivant lequel ses organes entrent en action,

Une lampe témoin, placée dans l'imprimeur, est utilisée comme moyen de prévenir la perte de messages résultant de ce que des signaux pourraient être reçus alors que l'imprimeur serait en panne sans qu'on s'en soit aperçu. La lampe, en effet, doit s'allumer lorsque l'imprimeur fonctionne et demeurer éteinte lorsqu'il est au repos. Si donc la lampe s'allume et que l'imprimeur ne fonctionne pas, c'est une sûre indication que l'appareil est dérangé.

Un timbre est monté sur l'imprimeur ; ce timbre sonne chaque fois que la combinaison marquée « signal » sur l'une des touches du perforateur est reçue. L'opérateur transmetteur peut donc, en perforant autant de fois qu'il est nécessaire cette combinaison, faire retentir le timbre de l'imprimeur (de son correspondant, une ou plusieurs fois et suivant un intervalle variable, d'où la possibilité d'instruire son collègue à la réception d'avoir, par exemple, à changer la couleur de ses formules ou à placer un certain nombre de copies sur sa machine.

Cet appareil est relativement simple quand on considère les multiples opérations qu'il effectue. Comparé à l'appareil de la Western Electric Cy (1) il renferme : 20 électro-aimants et relais au lieu de 26, 20 contacts ouvrant ou fermant des circuits au lieu de 42 et 12 ressorts de jonction au lieu de 62.

(1) *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, décembre 1919, page 646.

Il ne comporte pas de relais « sélecteur » spécial ; ses cinq électro-aimants combineurs ont un rôle identique à celui des électro-aiguilleurs du traducteur Baudot, en ce sens qu'ils déclenchent simplement le mécanisme combineur ; ils peuvent donc opérer rapidement et avec des courants très brefs.

La réception sur page simplifie le travail, augmente sensiblement le rendement et n'exige pas davantage la présence constante de l'agent et une surveillance de tous les instants qu'avec la réception sur bande ; elle s'opère, en effet, aux États-Unis, non pas sur des formules libres, mais sur une bande sans fin portant simplement à intervalles réguliers et sur un côté, le cachet de la Compagnie de Télégraphie. On emploie aussi parfois des rouleaux de formules ordinaires, mais il peut être alors nécessaire de faire effectuer à l'imprimeur plusieurs manœuvres successives d'interlignes à la fin de chaque message, d'où une perte de rendement. Quelle que soit la longueur d'un télégramme, il suffit, en le pliant, de prendre soin que l'adresse imprimée *normalement* sur la formule au commencement d'une ligne, se lise dans la fenêtre transparente de l'enveloppe. Sauf dans les cas où il est fait emploi des rouleaux de formules ordinaires, il n'est généralement pas nécessaire de se préoccuper de commencer chaque formule à un endroit donné ni, par conséquent, de manœuvrer le cylindre en conséquence.

L'emploi de rouleaux de formules ne permet pas, il est vrai, la réception sur formules de couleurs différentes, mais rien n'empêche d'employer de larges cachets de couleur que l'agent réceptionnaire aurait sous la main.

L'imprimeur Morkrum peut également recevoir sur des formules libres, mais il faut alors que l'agent réceptionnaire veille constamment à assurer l'alimentation de l'appareil. Cette méthode n'est employée que par les Compagnies qui ont, jusqu'ici, tenu à conserver leurs formules habituelles, à titre de publicité. La force de frappe permet d'effectuer des copies au carbone (de dix à quatorze) et la perforation du papier stencil employé dans les appareils de multcopie.

QUELQUES REMARQUES

SUR LES

MESURES DE LIGNES TÉLÉGRAPHIQUES ET TÉLÉPHONIQUES

1° *Les mesures de résistance* (1).

Dans les mesures en courant continu sur les lignes aériennes, il est d'usage de considérer les lignes comme de simples résistances ohmiques et de négliger la perte uniformément répartie le long de la ligne. Il existe, de ce fait, une cause d'erreur connue depuis longtemps et d'un ordre de grandeur dont il est facile d'avoir une idée.

Supposons par exemple qu'il s'agisse d'un circuit téléphonique : pour mesurer la résistance on boucle les deux fils à leur extrémité, on établit à l'origine une différence de potentiel E entre les fils, on mesure E et l'intensité du courant I_0 à l'origine. On définit la résistance du circuit par la quantité $\frac{E}{I_0}$.

Pour mesurer l'isolement on fait la même opération, mais en isolant les fils à leurs extrémités, E étant la force électromotrice à l'origine I'_0 l'intensité du courant, l'isolement est défini par le quotient $\frac{E'}{I'_0}$.

Soit R la résistance de boucle par kilomètre, S la perte par kilomètre ; si V est la différence de potentiel entre fils, I l'intensité du courant au point d'abscisse x , les deux équations de la propagation :

$$-\frac{\partial V}{\partial x} = RI \qquad -\frac{\partial I}{\partial x} = SV$$

(1) Remis par M. PICAUT, Ingénieur des Postes et Télégraphes.

admettent comme solution :

$$V = A_1 C h a (l - x) + B_1 S h a (l - x)$$

$$I = \frac{a}{R} [A_1 S h a (l - x) + B_1 C h a (l - x)]$$

en posant $a^2 = RS$.

Dans la mesure de résistance la ligne est bouclée à l'extrémité ($x = l$) où V est nul, ce qui entraîne la condition $A_1 = 0$.

La résistance apparente de la ligne est le quotient $\frac{E}{I_0}$.

Or,
$$V = B_1 t h a (l - x)$$

$$I = \frac{a}{R} B_1 C h a (l - x)$$

pour $x = 0$ $V = E$ $I = I_0$ la résistance apparente $\frac{E}{I_0}$ est donc :

$$\frac{E}{I_0} = R t h a l$$

La valeur réelle de la résistance est Rl .

Dans la mesure d'isolement, la ligne est isolée à l'extrémité, alors B est nul et on trouve :

$$\frac{E'}{I'_0} = \frac{R}{a} \frac{1}{t h a l}$$

Prenons un exemple numérique.

Soit une ligne en fil de 3 mm. (2, 36^ω au kilomètre) de 300 km. de longueur ayant une résistance de boucle de 4,72 ohms et un isolement entrè fils de 2 megohms au kilomètre.

On trouve :

$$\begin{aligned} R &= 4,72 & S &= 0,5 \times 10^{-6} & a &= 1,52 \times 10^{-3} \\ a l &= 0,456 & t h a l &= 0,427. \end{aligned}$$

L'isolement apparent, quotient $\frac{E'}{I'_0}$ à circuit ouvert, est de 7.300 ohms alors que l'isolement réel est de 6.600 ohms.

La résistance apparente, quotient $\frac{E}{I_0}$ à circuit fermé, est de 1.320 ohms alors que la résistance réelle est de 1.416 ohms;

l'erreur est de près de 7 % ; elle dépasse de beaucoup les erreurs de mesure (auxquelles elle vient d'ailleurs s'ajouter).

L'erreur sur la résistance serait encore plus considérable si l'isolement de la ligne était moins élevé.

Les conditions sont encore plus mauvaises si au lieu de pertes uniquement réparties le long de la ligne se trouvent des pertes concentrées de forte résistance. On peut le voir facilement sur un nouvel exemple.

Supposons qu'une ligne présente une perte concentrée de 10.000 ohms à la sortie de poste et que par ailleurs la ligne soit parfaitement isolée. Soit 200 km. la longueur de la ligne, et soit 2,4 ohms la résistance kilométrique du fil qui la constitue.

L'isolement apparent de la ligne est de 2 megohms par kilomètre. La résistance totale serait de 960 ohms. Si on mesure la résistance sans précaution, on mesure la résistance du fil et de la perte en parallèle, soit :

$$\frac{10.000 \times 960}{10.960} = 880 \text{ ohms.}$$

L'erreur de ce fait est de 8,3 %.

Elle serait plus élevée encore si la résistance de la ligne était plus considérable. Avec du fil de 3,4 ohms au kilomètre, dans les mêmes conditions que précédemment, l'erreur atteindrait 11 %.

Si la ligne est affectée d'une perte uniformément répartie, les deux erreurs s'ajoutent et l'erreur totale peut être importante.

Nous avons choisi un cas extrême, où l'influence de la perte concentrée est maximum ; cette influence est plus faible quand la perte est plus éloignée sur la ligne ; elle serait nulle si la perte était à l'extrémité de la ligne. Ainsi quand une perte concentrée se trouve sur la ligne on ne trouve pas, en général, le même résultat en mesurant la résistance des deux côtés de la ligne.

Ces considérations expliquent les difficultés qui sont souvent rencontrées dans les mesures sur les lignes, en particulier les divergences entre résistances mesurées et résistances calculées,

ou les divergences entre résistances mesurées de divers points. Elles montrent également que certains défauts peuvent ne pas apparaître quand on vérifie l'état d'une ligne par des mesures, bien que la transmission soit affectée.

Pour connaître exactement l'état d'une ligne par des mesures, il faut donc prendre certaines précautions ; par exemple, pour éliminer l'influence de la perte uniformément répartie, il convient de faire les mesures par temps sec, quand l'isolement est très élevé, si on ne veut pas s'astreindre à déduire R et S des valeurs obtenues pour l'isolement apparent et la perte apparente ; pour éliminer l'influence des défauts très résistants, il est nécessaire de faire des mesures croisées ou mieux de faire les mesures sur de courtes sections de ligne. C'est ainsi qu'il convient d'opérer pour se rendre compte si un circuit est bien établi.

2° La méthode de la boucle (1).

La localisation des défauts des lignes aériennes et souterraines se fait par la méthode de la boucle. Il est facile de généraliser la méthode de façon à en déduire une série de façons différentes de l'appliquer.

Réalisons en effet le montage indiqué sur la figure, les deux lignes étant bouclées, la ligne présentant le défaut en série avec la résistance R_1 , la ligne bonne avec la résistance R_2 ; si i_1 et i_2 sont les intensités dans chacune des branches, $2L$ la résistance des deux fils bouclés

$$(R_1 + x) i_2 = i_2 (R_2 + 2L - x)$$

Connaissant i_1 et i_2 , on peut en déduire x

$$x = \frac{(R_2 + 2L) i_2 - R_1 i_1}{i_1 + i_2}$$

Pour mesurer i_1 et i_2 on peut employer deux procédés différents, soit des appareils à lecture directe, soit des méthodes de zéro.

(1) Remis par M. PICAULT, Ingénieur des Postes et Télégraphes.

Or ce qu'il faut connaître pour appliquer la formule, c'est non pas les intensités i_1 et i_2 , elles-mêmes, mais le rapport de ces deux intensités. Avec des appareils à lecture directe, il faut lire i_1 et i_2 , deux lectures sont nécessaires ; avec une méthode de zéro, on obtient une relation homogène entre i_1 et i_2 , de la forme :

$$Ai_1 - Bi_2 = 0$$

où A et B sont connus, ceci donne le rapport $\frac{i_1}{i_2}$; une seule lecture suffit.

L'emploi des appareils à lecture directe est souvent commode pour la localisation des défauts sur des lignes souterraines urbaines, où des courants vagabonds viennent souvent gêner la localisation du défaut. Ces courants sont assez intenses pour troubler les galvanomètres du type Deprez d'Arsonval, ils ne suffisent pas généralement à modifier les indications d'un milli-ampèremètre.

Dans les cas difficiles, il est souvent nécessaire de faire des vérifications. Une bonne vérification consiste à faire des mesures croisées de chaque bout de la ligne.

Quand il s'agit des lignes téléphoniques, on dispose généralement de plusieurs conducteurs en bon état entre l'origine et l'extrémité de la ligne, il est possible de faire ces mesures de l'origine de la ligne, il suffit, en effet, de réaliser le montage de la figure et de mesurer l'intensité du courant i'_1 dans la boucle au poste de mesure et l'intensité I dans le circuit de pile. On en déduit i'_1 ,

$$i'_1 = I - i'_1$$

et on peut appliquer la méthode par lecture directe.

Quand on ne connaît pas la résistance des deux fils bouclés (ce qui se produit quelquefois), l'emploi des deux montages donne deux équations distinctes, d'où on peut tirer L et x .

Diverses méthodes ont été proposées pour appliquer les considérations qui précèdent : leur exposé sortirait du cadre de cette note.

3° *Un procédé simple d'application de méthode de la boucle* (1).

Considérons un pont de Wheatstone à fil divisé. Soit B la position occupée par le curseur mobile quand l'aiguille du galvanomètre est au zéro.

Appelons N le nombre total de divisions du fil (bien calibré),
 r la résistance électrique élémentaire,
 x la résistance électrique du fil défectueux, depuis l'appareil jusqu'au défaut,
 ρ la résistance électrique élémentaire du fil défectueux, bouclé à son extrémité avec un second fil de même résistance que lui.

L'équation d'équilibre est :

$$X (N \cdot n) r = Y nr.$$

Soit : x la distance des appareils au défaut,

L la distance au point de bouclage,

la formule précédente donne :

$$\rho x (N-n) = \rho (2 L-x) n$$

$$\text{d'où on tire} \quad x = 2L \frac{n}{N}$$

$$\text{Si } N = 100, \text{ on a } x = 2L \frac{n}{100}$$

Cette distance x est donc très facile à calculer.

Dans la région de Marseille on emploie cette méthode depuis de nombreuses années.

Le fil divisé en maillechort est enroulé au fond d'une encoche hélicoïdale pratiquée dans un cylindre d'ébonite pouvant tourner autour de son axe. Le curseur mobile est constitué par une fiche téléphonique reliée à un cordon et dont l'extrémité est effilée. L'appareil de mesure dont on se sert est, en général, un micro-ampèremètre portatif de la maison Chauvin et Arnoux.

Cette méthode, qui n'exige qu'une seule mesure, est employée par les chefs d'équipe sans difficulté. Elle est simple, rapide et pratique.

(1) Remis par M. HUGNON, Ingénieur en Chef des Postes et des Télégraphes.

Service d'Études et de Recherches Techniques

DE L'ADMINISTRATION DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

Utilisation du courant alternatif à 115 volts et 42 périodes pour les appels téléphoniques.

Les bureaux sis dans des localités sièges de secteurs alternatifs industriels sont, depuis quelques années, en général pourvus d'un dispositif permettant l'emploi du courant industriel pour les appels téléphoniques, c'est-à-dire pour faire fonctionner des sonneries de 200 ohms, un certain nombre de ces sonneries pouvant être en parallèle.

On utilise des transformateurs statiques dont le primaire est branché sur le secteur et le secondaire sur l'utilisation. La circulaire n° 1065 E/Tp. du 9 mars 1918 a choisi comme transformateur statique la bobine toroïdale du modèle administratif, cette bobine ayant en série sur son primaire une lampe à filament métallique pour le voltage normal du réseau et de 25 bougies pour les réseaux à 110-115 volts.

L'application des dispositions administratives a donné lieu à la constatation suivante :

L'intensité au secondaire est trop forte lorsqu'il y a une seule sonnerie de 200 ohms (elle dépasse 100 milliampères); il y a de fortes étincelles qui détériorent les contacts de l'interrupteur et l'on a même constaté des ruptures de la tige vibrante.

Le Service d'Études a été saisi de la question et le problème d'ensemble est traité, ci-après.

..

1° *Examen des diverses conditions d'emploi de la bobine toroïdale.* — La bobine toroïdale est un transformateur statique dont le rapport de transformation est égal à 1. Il suit de là la nécessité de monter une résistance en série avec le primaire si l'on ne veut pas avoir au secondaire tout le voltage du réseau. Mais

plus la résistance montée en série sur le primaire sera élevée, plus la tension aux bornes du secondaire tombera rapidement. On en aura une idée par le tableau suivant :

COURANT ALTERNATIF 115 VOLTS 42 PÉRIODES

Bobine toroïdale.

	Voltage au secondaire		
	Secondaire 1 sonnerie 200 ^ω	Secondaire 5 sonneries 200 ^ω en parallèle	Secondaire 10 sonneries 200 ^ω en parallèle
Primaire en série avec une lampe de 25 bougies (métal- lique).....	74 volts	50 volts	34 volts
Primaire en série avec deux lampes de 25 bougies (métal- lique).....	42 volts	30 volts	21 volts
Primaire en série avec trois lampes de 25 bougies (métal- lique).....	35 volts	24 volts	18 volts

Il ne faut guère descendre au-dessous de 30 volts au secondaire pour assurer le fonctionnement des sonneries. On voit que, si l'on monte sur le primaire une seule lampe de 25 bougies métallique, on a un voltage un peu trop fort pour une seule sonnerie au secondaire, mais on peut faire fonctionner dans de bonnes conditions 10 sonneries à la fois et même davantage, c'est-à-dire qu'on a un dispositif qui permet de faire des appels sur plusieurs tableaux commutateurs à la fois. Si l'on monte sur le primaire une résistance plus forte que celle de la lampe de 25 bougies métallique, on améliore l'appel dans le cas d'une seule sonnerie, mais on se prive de plus en plus de la faculté de pouvoir appeler simultanément sur plusieurs tableaux commutateurs. C'est ce qui est arrivé dans des bureaux où le mécanicien a monté plusieurs lampes en série.

On conclura que dans les réseaux à 110-115 volts où il sera fait usage de la bobine toroïdale, il y aurait avantage à mettre sur le primaire une résistance un peu plus forte que celle de la lampe 25 bougies métallique, mais qu'il faut éviter d'aller trop loin dans cette voie. On peut adopter la lampe de 16 bougies métallique, à l'extrême limite celle de 10 bougies métallique. Les lampes à filament de charbon peuvent aussi être employées; comme elles sont moins résistantes à nombre de bougies égal, si l'on emploie des lampes à filament de charbon il faut adopter 5 bougies. L'adoption des lampes à filament de charbon est même recommandable.

2° *Examen des conditions d'emploi de transformateurs autres que la bobine toroïdale.* — Si l'on prend des transformateurs dont le rapport de transformation soit égal à $1/2$, $1/3$, $1/4$, on peut brancher leur primaire sur le réseau sans intercaler de résistance en série. Dans ces conditions, pour de bons transformateurs, la tension aux bornes du secondaire reste à peu près constante quelle que soit la charge, c'est-à-dire que les appels simultanés sur plusieurs tableaux commutateurs seront toujours possibles. Les transformateurs choisis doivent être tels que leur primaire puisse supporter un court-circuit prolongé du secondaire sans que leur température s'élève au-dessus de 80° et que l'isolement du primaire par rapport au secondaire soit bien assuré.

Il existe des petits transformateurs industriels répondant à ces conditions. Le Service d'Études a essayé un transformateur étiqueté 110 v. au primaire, 20-40-60 v. au secondaire. Le voltage 20 au secondaire est insuffisant, le voltage 40 est au contraire un peu trop fort, car il produit un courant de 100 milliam-pères dans une sonnerie. Un transformateur du même type qui donnerait environ 30 v. au secondaire satisferait certainement pour les réseaux à 110-115 v. exactement aux besoins de l'Administration. On pourrait en faire construire.

Le courant de court-circuit de ces transformateurs est de l'ordre de 2 ampères. On mettrait sur le côté utilisation un coupe-circuit de 1 ampère du modèle téléphonique.

COMITÉ TECHNIQUE DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

Utilisation du matériel télégraphique cédé par le Signal Corps américain

Le Comité Technique des Postes et Télégraphes (2^e section) a examiné l'utilisation à envisager pour le matériel télégraphique racheté à l'Armée Américaine, et dont les *Annales* ont donné la nomenclature sommaire dans le numéro de décembre 1919 (p. 611).

Ce matériel se classe dans les catégories suivantes :

PILE EDISON

La pile Edison ne diffère de la pile de Lalande et Chaperon, autrefois employée en France, que par l'excitateur, qui est la soude caustique au lieu de la potasse. Elle en a toutes les qualités et aussi tous les défauts : sa résistance intérieure ne dépasse pas quelques $\frac{1}{10}$ d'ohm, elle est d'une constance remarquable, quelle que soit l'intensité qu'on lui demande, et n'use rien à circuit ouvert ; par contre, son voltage est faible (0,8 volt, environ) et la manipulation de la soude caustique demande quelques précautions.

Cette pile convient pour le montage de batteries universelles, avec cette circonstance favorable que, comme elle ne se polarise pas, une seule batterie peut être prévue pour 35 ou 40 lignes susceptibles de travailler simultanément, au lieu de 25 pour les batteries Leclanché dites « à grand débit ». Par contre, pour le calcul des batteries, il y aura lieu de tenir compte que le voltage est plus faible, et que le nombre d'éléments doit être augmenté dans la proportion de 0,8 à 1,4. Elle convient également pour les fonctions locales du Baudot, notamment dans les bureaux où existent plusieurs installations.

Afin de réduire au minimum les dégâts pouvant résulter du bris d'un vase, la pile Edison ne devra être installée que dans les bureaux où le meuble de piles est facile à surveiller et, autant que possible, pourvu de tablettes en fibro-ciment, susceptibles de préserver les étages situés au-dessous de celui où se sera produit l'accident.

L'encombrement varie avec les types de piles, qui sont les suivants :

Type 207, 200 amp. h., vase en acier, $0\text{ m. }151 \times 0,227$.

Type 302, 300 amp. h., bac en verre, $0,253 \times 0,132 \times 0,075$.

Type 402, 400 amp. h., bac en verre, $0,32 \times 0,16 \times 0,127$.

Type V, 150 amp. h., vase en acier émaillé, $0,151 \times 0,202$.

MANIPULATEURS MORSE

En dehors même des manipulateurs du type français qui se trouvent dans le stock, les manipulateurs américains peuvent être installés dans des bureaux quelconques ; toutefois, il y aura lieu de réserver le type qui comporte des écrous de fixation pour les boîtes postes municipales où le montage sera plus facile.

MANIPULATEURS VIBROPLEX

Le manipulateur vibroplex américain, dont une description sommaire a été donnée dans les *Annales* de décembre 1919 (p. 686), procure un avantage certain au point de vue du rendement des lignes au Morse et du personnel qui les dessert ; toutefois, l'habileté nécessaire pour sa manœuvre ne s'acquiert qu'après un exercice assez prolongé ; d'autre part, l'agent réceptionnaire ne peut traduire à la main les signaux que lui envoie un transmetteur habile et doit nécessairement effectuer cette traduction à la machine à écrire. Toute ligne équipée en vibroplex devra nécessairement comporter, à chaque extrémité, une machine à écrire et des agents aptes à desservir l'un et l'autre instrument. Il y aura donc lieu, au préalable, de déterminer les lignes desservies au Morse dont le trafic est assez élevé pour utiliser la capacité de rendement du vibroplex.

RELAIS, PARLEURS, TABLEAUX COMMUTATEURS, ETC.

En ce qui concerne les relais, on doit tenir compte de la très faible résistance de certains d'entre eux qui ont, par exemple, 4, 20, 50, 150, 200 et 250 ohms ; les moins résistants pourraient être installés dans les salles de cours ; les autres conviendraient pour des lignes très courtes, ce qui éviterait de faire usage de relais à l'arrivée.

Les autres appareils peuvent servir aux mêmes usages que leurs similaires du matériel français.

MULTIPLEX IMPRIMEUR

Le multiplex américain est dérivé du Baudot ; c'est un quadruple à un seul plateau et à 20 contacts, avec correction sans courants spéciaux analogue à celle du Baudot-Picart. La transmission se fait automatiquement, à l'aide d'une bande perforée préparée à l'aide d'un clavier semblable à celui d'une machine à écrire ; le traducteur imprime sur pages. Le *code* est le même que celui de Baudot, mais *l'alphabet* est différent, c'est-à-dire qu'une même combinaison représentant une certaine lettre au Baudot en représente une autre au Western : les deux genres d'appareils ne peuvent donc pas être mis en correspondance. Enfin, le Western exige, pour l'alternat, l'emploi du duplex ; il pourra être installé sur toutes les lignes où le Baudot serait susceptible de fonctionner en duplex de façon satisfaisante.

TABLE D'ESSAI POUR MULTIPLEX IMPRIMEUR

Destinée à l'essai et au réglage des appareils défectueux ; les Américains installent généralement une table d'essai pour deux quadruples en service.

* *

Fusible pour bouton d'appel à collage.

Le Comité Technique (2^e section) a récemment adopté, pour les postes reliés au multiple télégraphique, un nouveau bouton d'appel à collage, qui échappe aux inconvénients présentés par le premier système. Les inventeurs, MM. Bassompierre et Dorr, agents-mécaniciens à Paris, viennent de proposer de placer, sur le socle même de ce bouton d'appel, deux broches qui recevraient un fusible du modèle administratif courant, pour protéger la pile dont les deux pôles sont amenés au bouton. Ce nouveau dispositif a été adopté.

Suppression des courants parasites sur les lignes desservies au Baudot.

M. Beugin, agent-instructeur à Strasbourg, a réalisé un dispositif destiné à annuler les courants parasites, notamment sur les câbles souterrains dont plusieurs brins sont exploités simultanément au Baudot. Le remède préconisé consiste à intercaler, avant le récepteur, une bobine de self-induction, qui oppose aux courants parasites une impédance très élevée, puis à redresser les courants télégraphiques par le dispositif classique de Preece : un condensateur shunté, dans lequel on a réalisé la relation : $L = CR^2$

Ce dispositif extrêmement simple va être mis incessamment à l'essai.

Protection des piles des bureaux télégraphiques.

L'instruction sur l'installation des bureaux télégraphiques principaux spécifie que les deux extrémités de chaque pile sont amenées, au tableau de piles, à des cordons souples à 2 conducteurs terminés par des bouchons de prise de communication du modèle industriel pour lampes.

M. Bresson, agent-mécanicien à Clermont-Ferrand, a proposé pour se garantir contre les courts-circuits auxquels les bouchons

pourraient donner lieu, d'intercaler entre ceux-ci et les piles un coupe-circuit de 1 ampère.

Le Comité Technique, considérant que le bouchon et le cordon souple sont des organes mobiles sur lesquels s'exercent des efforts journaliers de traction de nature à les détériorer, a approuvé la suggestion de M. Bresson relative à l'adjonction d'un coupe-circuit.

Cric pour l'arrachage des poteaux.

Dans sa séance du 2 mars 1920, le Comité Technique a émis un avis favorable à l'emploi d'un cric, dit « Simplex », destiné à l'arrachage des poteaux, présenté par M. Stocker, demeurant à Paris, rue Réaumur, 113.

Le cric est étudié spécialement pour l'arrachage des poteaux, et peut être employé à cet effet comme un cric ordinaire, sur lequel il présente divers avantages : d'abord un transport facile, la tige du cric se sépare à volonté de la carcasse, de sorte que les deux pièces peuvent être transportées séparément ; en second lieu, une manœuvre plus rapide, car le mouvement de la tige est commandé par un levier et non par une manivelle, et, d'autre part, il suffit de soulever un cliquet pour faire retomber la tige ; enfin diverses dispositions de détail facilitent la manœuvre du cric.

Cet appareil est bien conçu, mais son emploi est plus limité que celui d'un cric ordinaire et il ne peut être employé que par des services ayant à faire des remaniements de ligne d'une certaine importance.

COMPTE RENDU DES PÉRIODIQUES

Revues françaises, par M. TAFFIN, Inspecteur des Postes et Télégraphes.
— Revues étrangères, par M. REYNAUD-BONIN, Ingénieur, et M. CATCHE, Inspecteur des Postes et Télégraphes.

PÉRIODIQUES EN LANGUE FRANÇAISE

Nécrologie (*Journal télégraphique*, 25 avril ; *l'Union postale*, 1^{er} mai 1920). — M. Darcq, ancien inspecteur général des Postes et Télégraphes de France, vient de mourir subitement. Ainsi disparaît à la fois un ingénieur distingué, un administrateur remarquable et un grand patriote.

Il fut en particulier, pendant plusieurs années, Directeur du personnel, puis Directeur du matériel et de la construction jusqu'à sa retraite. C'est lui qui, entre autres tâches, assumait la direction du service téléphonique lors du rachat du téléphone par l'État à l'industrie privée, en 1889.

Il réussit à introduire et à maintenir dans les bureaux de l'Administration centrale ces méthodes de travail qui caractérisent une bonne Administration et qu'on a coutume d'appeler aujourd'hui les méthodes industrielles. Pour M. Darcq, elles étaient de simples règles d'hygiène administrative qu'il appliquait tout naturellement. Rapidité d'exécution, suppression de la paperasse inutile, esprit de réalisation, ne perdant jamais de vue le but pratique, coordination des efforts, tout cela constituait pour lui une sorte de religion dont la foi se communiquait à tous ceux qui l'entouraient.

Il se préoccupait, avant tout, d'inspirer confiance à son personnel, traité avec une justice exacte, hostile à ces modifications fréquentes des règles d'avancement qui troublent les carrières et déconcertent les espoirs les plus légitimes.

M. Darcq prit sa retraite en 1905, avant d'avoir eu l'occasion de diriger, dans son ensemble, cette Administration des Postes et Télé-

graphes, tâche qu'il eût si remarquablement remplie. Il laisse du moins, à tous, l'exemple accompli du grand fonctionnaire.

Caractéristiques d'oscillation des lampes à trois électrodes utilisées comme générateurs d'oscillations entretenues. — Note de M. André BLONDEL (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, octobre 1919). — L'étude du fonctionnement des lampes à trois électrodes utilisées pour la production des oscillations entretenues, basée sur la relation linéaire qui relie, entre certaines limites, le courant du circuit de filament à plaque de la lampe aux tensions de grille et de plaque, permet une mise en équation facile du problème : mais la solution est incomplète, car elle ne fait pas intervenir la courbure des caractéristiques de la lampe, qui joue cependant le rôle principal dans la limitation de l'amplitude des oscillations obtenues. Il est plus direct et plus général d'étudier, comme on va le faire, l'amorçage des oscillations et la stabilisation de leur amplitude en ramenant la théorie à celle des *caractéristiques d'oscillation*, par analogie avec la théorie déjà connue de l'arc chantant musical. On va montrer combien ces caractéristiques dynamiques peuvent se déduire par transformation graphique du réseau des caractéristiques statiques expérimentales connues reliant le potentiel U mesuré entre filament et plaque au courant de plaque I .

Chaque courbe de ce réseau correspond à une valeur particulière attribuée au potentiel de grille V . Contrairement à l'habitude, je porterai le courant I en abscisses et la tension U en ordonnées ; la représentation est alors la même que celle employée pour l'arc électrique.

Considérons une lampe à trois électrodes alimentée par une batterie de pile et comprenant sur le fil, qui va de la pile à la plaque, deux bornes $A B$ entre lesquelles est intercalé un circuit d'utilisation. Supposons qu'en l'absence de toute oscillation, la grille soit soumise à une tension constante V_1 (nulle dans beaucoup de dispositifs) et la plaque à une tension U_1 par rapport au filament. Le point de fonctionnement de la lampe sur le réseau des caractéristiques statiques se trouve alors à l'intersection de la courbe cotée V_1 et de l'horizon-

tales d'ordonnée U_1 (on obtient ordinairement V_1 et U_1 , de telle sorte que le point M corresponde à un courant I_1 dans la lampe égal à la moitié de son courant de saturation).

Les oscillations de régime provoquées par une cause quelconque font naître un régime oscillatoire caractérisé par une variation i du courant plaque-filament (variation, en première approximation, sinusoïdale); une variation u de tension entre les bornes A B du circuit de plaque de la lampe; enfin, une force électromotrice nouvelle v dans le circuit filament-grille qui se superpose à V_1 , et qui provient de la réaction d'une partie du circuit de plaque. Suivant le dispositif, v provient soit d'une induction mutuelle, soit d'un potentiomètre, soit des deux ensemble. Les conditions d'amorçage des oscillations exigent que v ait une grandeur et un sens convenables.

Le nouveau point régime de fonctionnement de la lampe sur le réseau des caractéristiques correspond alors à $(I_1 + i)$, $(V_1 + v)$ et $(U_1 + v)$: et le point M décrit ainsi une trajectoire que j'appelle la *caractéristique d'oscillation* correspondant au dispositif étudié; on peut la construire par points, comme il suit:

I. Supposons tout d'abord que la force électromotrice v soit proportionnelle à la tension v_1 ($v = -au$). C'est par exemple le cas du dispositif bien connu composé d'une lampe à trois électrodes comprenant dans son circuit filament-plaque, entre les bornes A et B, deux circuits dérivés, formés, l'un d'une capacité, l'autre d'une bobine de self-induction L et de résistance R. L'excitation de la grille se fait par induction mutuelle M, en prenant pour v une fraction $\frac{M}{L}$ de la tension alternative u qui prend naissance aux extrémités de la self-induction L(1). On supposera tout d'abord que la

(1) Pour l'exposé général de ces dispositifs, voir, par exemple, le récent article de M. Gulton (*Revue générale d'Électricité*, t. VI, 1919, p. 14). La fraction a du potentiel u nécessaire à l'excitation de la grille pourrait se prendre aussi aux bornes d'un rhéostat en parallèle avec la bobine de self-induction L, ou, même, sur une fraction de la capacité C. Dans ce dernier cas, v n'aurait pas le signe (—) convenable; il faudrait user d'un artifice (par exemple, employer une deuxième lampe excitatrice) pour inverser v . Cette inversion se fait de la façon la plus pratique dans l'excitation par induction en retournant bout pour bout l'enroulement excité par induction mutuelle, comme on le fait ordinairement.

résistance R est négligeable, c'est-à-dire que les forces électromotrices v et u sont rigoureusement en opposition de phase.

Pour une valeur donnée de la tension u aux bornes du circuit oscillant, le nouveau point de fonctionnement se trouvera ainsi à l'intersection de la courbe caractéristique statique cotée $(v, +v)$ avec $v = -\frac{M}{L}u$, sur le réseau des caractéristiques et de l'horizontale correspondant à cette tension u . En faisant varier u , on pourra tracer par points la caractéristique dynamique correspondant à ce mode d'excitation de la grille.

Cette caractéristique d'oscillation passe par le point M du régime statique. Grâce aux propriétés des caractéristiques statiques, elle présente au voisinage de ce point une partie sensiblement rectiligne à coefficient angulaire négatif (1), ce qui veut dire que la variance de i en fonction de u (c'est-à-dire $\frac{u}{i}$) est négative. A mesure qu'on s'éloigne de M , par des valeurs positives ou négatives du courant i , la tangente trigonométrique à la caractéristique d'oscillation se rapproche de l'horizontale, atteint celle-ci, puis s'incline dans l'autre sens (avec un coefficient angulaire positif).

Les oscillations seront arrêtées dès que la caractéristique sera insuffisamment inclinée, c'est-à-dire quand le coefficient de variance de i en fonction de u sera insuffisant pour compenser l'ensemble des résistances qui s'opposent au passage des courants oscillatoires. Ces résistances comprennent, d'une part, la résistance ohmique R du circuit oscillant lui-même et, d'autre part, une résistance fictive caractérisant l'effet des constantes du circuit oscillant et de celles de la lampe. Dans l'exemple simple rappelé ici, ces résistances ont pour expression, pour la partie rectiligne des caractéristiques (k coefficient d'amplification de la lampe, ρ sa résistance intérieure) :

$$R = \frac{L + kM}{C\rho}.$$

(1) On peut donner au rapport $\frac{M}{L}$ une valeur assez grande pour que le coefficient angulaire de cette droite devienne négatif. Si l'on appelle ρ le coefficient angulaire de la caractéristique statique, k le « coefficient d'amplification » applicable au voltage de grille, ce coefficient angulaire est évidemment $\rho + \frac{kM}{L}$.

Pour cette même région rectiligne des caractéristiques statiques,

le rapport $\frac{u}{i}$ a pour expression, en supposant que la lampe est réglée pour compenser juste l'ensemble des résistances :

$$\frac{u}{i} = \frac{L}{\varphi (L + k M)} = - \frac{L}{\varphi^2 CR}.$$

Supposons la résistance R nulle, la caractéristique d'oscillation devient verticale au voisinage de M , ce qui indique physiquement qu'aucun courant oscillatoire ne traverse la lampe. Le circuit oscillant, étant en résonance, agit comme un « bouchon » parfait. L'audion ne serait plus générateur (1).

La résistance R de l'enroulement L a pour effet d'introduire dans la force électromotrice v une composante décalée par rapport à la tension u : cette nouvelle composante sera donc maximum quand u passera par zéro. La caractéristique d'oscillation sera ainsi dédoublée et le point figuratif décrira une courbe fermée, d'autant plus aplatie que R est plus faible, et qui se rapproche d'une portion d'ellipse pour la région rectiligne des caractéristiques.

II. On pourrait chercher à réaliser un dispositif dans lequel la tension alternative v de grille soit proportionnelle au courant i traversant la lampe ($v = + bi$). Cette proportionnalité pourrait, semble-t-il d'abord, être obtenue simplement aux bornes d'un rhéostat potentiométrique monté en série dans le circuit filament-plaque de la lampe ; mais il est facile de voir qu'alors v agirait à contre-sens : la lampe contribuerait à amortir davantage les oscillations. J'ai tourné cette difficulté en excitant par le rhéostat potentiométrique mis en série dans le filament-plaque la grille d'une seconde lampe amplificatrice jumelée à la première, et qui agit en retour par un second potentiomètre sur la grille de la première et dans le sens convenable. L'ensemble constitue un audion à double régénération par rhéostats conjugués jouissant des mêmes propriétés que l'arc chantant.

(1) Ce résultat est d'ailleurs évident si l'on considère des énergies échangées entre le circuit et la lampe.

Sa caractéristique d'oscillation, qui se confond alors avec sa caractéristique statique, s'obtient encore par points en reportant sur le réseau des caractéristiques statiques de la lampe pour une série de valeurs de i les points correspondant aux courbes cotées ($V_1 + v$). Elle présente même allure et même propriété que la précédente.

Cet oscillateur présente cependant une particularité délicate : on ne peut plus, comme pour le précédent, le rendre à la fois amorceur d'oscillations et stable pour le régime continu. Il est nécessaire de le régler pour que la caractéristique d'oscillation soit légèrement inclinée au-dessous de l'horizontale, et de rajouter une faible excitation par induction, juste suffisante pour la rendre plongeante et permettre ainsi l'entretien du régime oscillatoire.

III. On vient de considérer deux cas particuliers d'excitation des audions générateurs ; mais plus généralement, on peut avoir une excitation mixte de la grille, sous la forme suivante :

$$(1) \quad v = -a u + b i$$

ou, sous la forme encore plus générale :

$$(2) \quad v = \varphi(u, i).$$

On pourra, dans ce cas général, tracer aussi la caractéristique d'oscillation par points en prenant la coupe de surface topographique par un plan $v = V_1$ (constante).

Une première série de lignes de niveau est celle de la surface des caractéristiques statiques habituelles dont l'équation générale est :

$$(3) \quad X(i, u) = V_1.$$

Une autre série de lignes de niveau sera donnée par l'équation (2), dans laquelle on prendra pour v également la même valeur V_1 . On obtient finalement un point de la caractéristique d'oscillation en prenant la rencontre des deux courbes données par les équations (2) et (3) et correspondant à une même valeur quelconque de la tension de la grille V_1 . En faisant varier V_1 , on aura autant de points que l'on voudra.

Dans le cas particulier où l'équation (2) est remplacée par l'équation (1), c'est-à-dire lorsqu'on a une relation linéaire entre v , i et u ,

les courbes de cette seconde série de lignes de niveau sont simplement des droites et l'équation (1) représente un faisceau de droites parallèles obliques qui remplaceront les horizontales qui servent dans le cas où l'on a simplement ($v = -au$) et les verticales dans le cas où v est proportionnel simplement à i ($v = bi$). Dans cette excitation mixte, il est encore nécessaire de régler le couplage pour que le dispositif soit stable pour son régime permanent, tout en étant instable pour le régime oscillatoire.

Filtre radiotélégraphique ou étouffeur de parasites (1)

(R. G. E., novembre 1919). — Le dispositif le plus efficace pour l'élimination des parasites et des brouillages dans les communications radiotélégraphiques comprend une anche vibrante fixée à un électro-aimant et une caisse de résonance acoustique séparée. Les figures 1, 2 et 3 montrent les modalités adoptées par le Signal Corps pour l'assemblage de ces éléments. Pour en saisir le principe, il suffit de remarquer que l'écouteur téléphonique ordinaire est un appareil très mal conçu pour les réceptions radiotélégraphiques, car, à l'origine, il avait été construit de façon à reproduire le timbre de la voix, c'est-à-dire la voix avec tous ses harmoniques. Le diaphragme est donc fortement amorti et possède une courbe de résonance très aplatie; dans ces conditions, tous les parasites et toutes les impulsions d'origine extérieure participent à l'excitation du diaphragme aussi bien que les signaux hertziens eux-mêmes, qui eux, constituent des sons pendulaires ou sons simples; il n'y a donc pas lieu de tenir compte des harmoniques dans tout dispositif qui a pour but de transformer ces impulsions électriques en un son perceptible; l'ensemble forme un appareil sélectif ou un filtre qui laisse passer les signaux simples, mais arrête les chocs qui ne sont pas en résonance avec l'anche vibrante. Celle-ci est une lame d'acier assez épaisse et ayant un coefficient d'élasticité convenable; elle est fixée, par un bout, à l'une des branches de l'électro-aimant en fer à cheval et est représentée par R sur les figures: dans ces conditions,

(1) *Journal of the Franklin Institute*, mai 1919.

« l'effet musical » des parasites, qui est sensible dans tous les écouteurs téléphoniques est, au contraire, fortement amorti. La caisse de résonance C doit être parfaitement accordée avec l'anche; elle est mise en relation avec les oreilles de l'opérateur par deux tubes

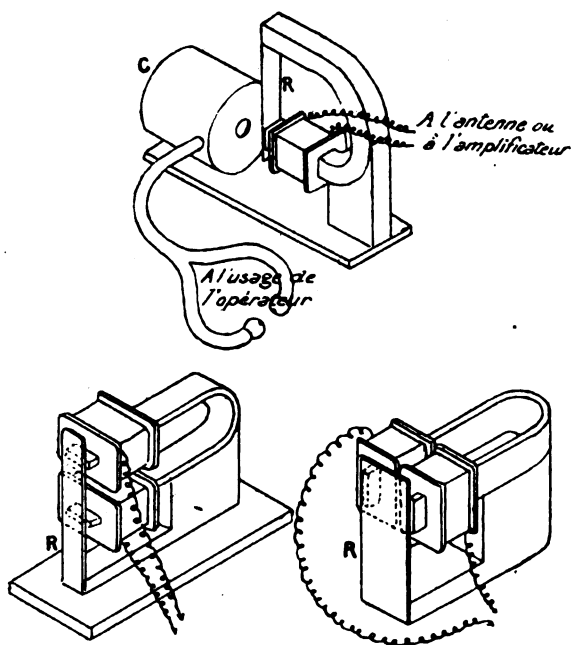


Fig. 1, 2 et 3. — Variantes du filtre radiotélégraphique créé par le Signal Corps des États-Unis pour l'élimination des parasites atmosphériques et des brouillages dans les réceptions par sans fil.

de caoutchouc très courts, analogues à ceux d'un stéthoscope. La caisse et l'électro-aimant sont enfermés dans une boîte, parce qu'il est nécessaire de les protéger contre les bruits extérieurs et contre les courants d'air.

Le dispositif est surtout efficace quand il est associé à deux amplificateurs : sa sensibilité est alors comparable à celle des meilleurs écouteurs créés spécialement pour les besoins de la télégraphie sans fil. En outre, il permet de supprimer complètement le brouillage résultant des stations voisines à ondes entretenues ou à étincelles aussitôt que la différence entre les longueurs d'onde atteint 1 %.

Dans la réception des émissions par étincelles, il transforme le bruit de celles-ci en un son musical très clair.

PÉRIODIQUES EN LANGUES ÉTRANGÈRES

Le téléphone à cristal (*Effet piézoélectrique dans un cristal de tartrate double de potassium et de sodium (sel de Seignette)* (1). *Telephone Engineer* (décembre 1919). — Nombre de solides à l'état cristallin se polarisent électriquement lorsqu'ils sont soumis à des efforts variables. Inversement, les cristaux en question produisent des forces variables lorsqu'on soumet certaines de leurs parties à des charges électriques. (C'est le même mécanisme qui, dans le cas de cristaux asymétriques, agit sur la lumière polarisée pour dévier le plan de polarisation.) Ce mécanisme ne produit d'effet qu'avec un cristal hémicédral ou hémimorphe, caractérisé par la disposition asymétrique des *molécules* minérales (tels sont le quartz, la tourmaline, etc.). C'est à H. et P. Curie qu'on doit la découverte de ce phénomène auquel ils donnèrent le nom de « piézoélectrique ». La fig. 1 reproduit des échantillons de

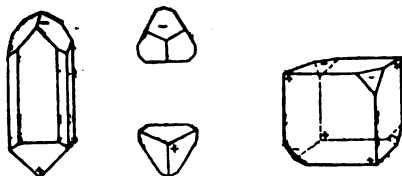


Fig. 1. — Tourmaline. Fig. 2. — Boracite

cristaux piézoélectriques du type minéral (tourmaline). On remarquera qu'il y a des points « positifs et négatifs ». Si l'on soumet le cristal à une pression entre deux pôles sensibles de noms contraires, il se produit une électrisation déterminée de ces pôles. Si l'on diminue la pression, il se produit un renversement de la charge électrique.

(1) Résumé d'un mémoire présenté le 9 octobre 1919 à Philadelphie à une assemblée de l'*American Institute of Electrical Engineers* et de l'*American Physical Society*.

La fig. 3 montre une application bien connue de l'effet piézoélectrique pour la mesure des faibles charges. Une lamelle de quartz taillée dans le cristal et revêtue, sur les deux faces, soit de tain, soit d'argent, dégage de l'électricité, en quantité qui varie en raison directe du poids qu'on y suspend. Ceci permet, par conséquent, de « peser » exactement une électrisation destinée, par exemple, à équilibrer la charge d'un électroscope. On se sert de cette méthode pour mesurer les courants d'ionisation.

Parmi les nombreux cristaux minéraux et organiques étudiés par les Curie et autres savants, le cristal de sel de Seignette a été reconnu comme possédant la plus grande constante piézoélectrique. Jusqu'ici, il n'a pas été trouvé de cristal possédant une piézoactivité se rapprochant de celle du sel de Seignette, surtout si celui-ci a été choisi avec soin et préparé spécialement.

C'est en 1917 que les laboratoires d'études de l'« American Telephone and Telegraph » et des « Western Electric Companies » commencèrent leurs recherches sur l'application de l'effet piézoélectrique.

On obtint une charge électrique absolue pouvant produire des potentiels de 500 volts et des courants alternatifs mesurables à l'aide d'un couple thermo-électrique.

On peut préparer le cristal dans la liqueur mère soit en le suspendant à un fil blanc, soit en le faisant flotter sur du mercure ou encore en le posant sur une plaque de verre. Ce sont ces deux dernières méthodes qu'on utilisa dans notre laboratoire. La fig. 3 montre l'aspect général du cristal de sel de Seignette.

Polarité et apprêt du cristal. — Le cristal brut possède un nombre important de pôles électriques locaux qui ont des propriétés piézoélectriques variables. Le cristal desséché est plus actif.

La préparation d'un cristal consiste à revêtir d'un vernis spécial ses parties saillantes; après quoi, on fixe sur le cristal des électrodes en tain ciré.

Régions sensibles du cristal. — On notera que les surfaces inférieure et supérieure du cristal sont légèrement creusées dans les régions centrales ou polaires. Ceci a pour but de rendre saillantes les quatre « cornes » diagonales (ou extrémités des deux bases) que l'on

a reconnues être les parties mécaniquement sensibles du cristal, c'est-à-dire les quatre tranches extérieures extrêmes, parallèles à l'axe b . Afin d'obtenir une action piézoélectrique efficace à deux de ces

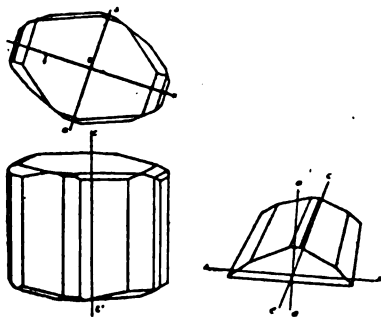


Fig. 3. — Cristaux préparés dans la liqueur mère.

quatre coins au moins, un pôle cristallographique du cristal doit être parfait et sans fentes.

Forces appliquées. — L'analyse de la direction des forces appliquées aux régions sensibles dont il vient d'être question, a prouvé qu'un couple de torsion autour de l'axe principal détermine les plus grands potentiels entre les électrodes du cristal. On peut le prouver de diverses façons pour des effets piézoélectriques faibles ou importants. On peut préparer un cristal en plongeant ses pôles dans un bain de métal fusible; quand le cristal, paralysé provisoirement par suite de l'échauffement dû au métal en fusion, redevient normal, on relie le pôle du pourtour (« girdle » pôle) et les pôles métalliques à des récepteurs à forte impédance, qui rendront perceptibles les sons produits par le frottement des pôles métalliques. On remarquera que des chocs appliqués de façon à faire tourner le cristal autour de son axe c détermineront, dans les récepteurs, des sons beaucoup plus forts que lorsque les chocs sont appliqués suivant d'autres directions. De la même manière, la charge mesurée, lorsqu'on « tord » le cristal, est beaucoup plus forte que les charges produites par des forces axiales ou diagonales, non seulement dans le cas d'efforts réduits, mais pour des efforts approchant de la saturation, dans le cas de forces axiales ou diagonales. Dans le cas de

la torsion, on retire l'avantage du couple, puisque la force est appliquée à un angle donné de l'axe polaire.

Pour en faire l'expérience, le cristal est inséré dans un dispositif, que nous appelons « compresseur à ressort », qui comprime suffisamment le cristal et qui, en même temps, permet de relier convenablement les électrodes polaires précédemment décrites. Les « compresseurs » se composent de deux disques en aluminium maintenus ensemble par de forts ressorts en acier. Ceux-ci sont fixés par des rivets à œil à la plaque inférieure, tandis que des vis à oreilles permettent de resserrer les ressorts après mise en place du cristal. Le nombre des tours des vis à oreilles peut être pris, après calibrage, comme échelle du degré de compression. La fig. 4 montre le compresseur à ressort renfermant le cristal préparé, convenablement équilibré. Chacune des parties du revêtement métallique communiquera facilement au cristal tous les chocs, toutes les vibrations. Si l'on place le transmetteur à cristal sur une grande feuille de papier et si l'on applique les récepteurs aux électrodes, on distinguera facilement la moindre friction sur le papier ou le tic-tac d'une montre, transmis du papier au cristal.

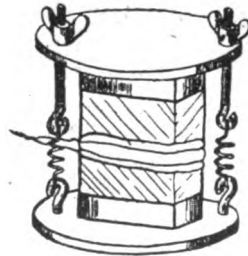


Fig. 4. — Assemblage.

Torsion. — Comme on l'a montré précédemment à propos des pôles en métal fusible fondus sur le cristal, il est probable que le cristal comprimé subit l'action des composantes de forces à la fois dans le sens axial et dans le sens de la torsion. Pour étudier les mouvements relatifs du cristal, il parut très simple de renverser son rôle en appliquant aux électrodes des courants alternatifs de différente fréquence, et en déduisant leurs grandeurs relatives des divers modes vibratoires du cristal. On appliqua un microphone spécial au pôle de cristal, de diverses façons, par rapport à l'axe cristallographique. Le microphone, placé dans le circuit d'une pile locale actionnant un couple thermoélectrique, était excité par le cristal qui se dilatait lorsqu'on appliquait les potentiels alternatifs constants de fréquence variable. Les mesures effectuées montrèrent,

d'une manière concluante, que le cristal « tordait », ou déplaçait le plus, le contact du microphone lorsque l'axe de ce dernier était fixé tangentiellement à l'un des pôles du cristal. Les mouvements enregistrés par le microphone étaient beaucoup plus faibles lorsqu'ils avaient un caractère diagonal ou axial.

Effets alternatifs. — Si l'on applique à un cristal des forces à mouvement alternatif rapide, il se transforme en générateur d'oscillations électriques, et on peut l'employer

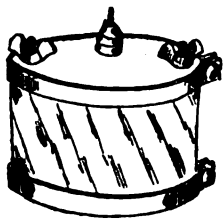


Fig. 5. —
Transmetteur
ou récepteur à cristal.

comme détecteur de vibrations sonores, en l'excitant par exemple, à l'aide d'une montre en mouvement, d'un disque phonographique ou au moyen de la parole. Si l'on frappe le cristal, un oscillogramme montre que les chocs donnent naissance à des trains d'oscillations électriques spéciales aux fréquences de résonance du cristal. Un cristal utilisé avec un disque de pho-

nographe produira un courant de plusieurs volts capable d'actionner un grand nombre de récepteurs téléphoniques. Avec un cristal, on a pu actionner jusqu'à 200 récepteurs de 12.000 ohms chacun.

Applications. — Nous rappelons que pour fonctionner comme il faut, le cristal associé au phonographe doit être soumis à des vibrations par torsion. Au moyen de l'aiguille ordinaire, on communique les vibrations à une plaque mince placée sous le cristal.

Transmission et réception des sons. — Puisqu'avec ces cristaux composites, une force déterminée produit le maximum d'effet piézoélectrique lorsqu'elle est appliquée de manière à tordre le cristal autour de son axe principal et puisqu'inversement, une énergie électrique produit une force mécanique maxima, dans les mêmes conditions, il est évident que pour obtenir ces résultats électriques ou mécaniques, les diaphragmes doivent être disposés de façon à utiliser, au maximum, l'effet de torsion.

Un procédé consiste à agencer un diaphragme cylindrique de telle façon qu'il entoure le cristal ; on assujettit le cylindre contre les plaques de compression qui maintiennent le cristal, au moyen de bagues. En vissant l'une des bagues sur l'une des plaques de

compression, le diaphragme lui-même subit des torsions diagonales qui se reproduisent intégralement à travers les pôles du cristal. La fig. 5 représente cette construction. Le « diaphragme » doit être constitué par une matière légère et résistante, telle que la baudruche ou le papier à titres par exemple.

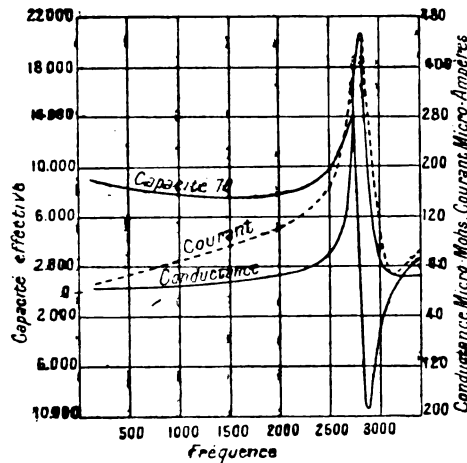


Fig. 6. — Courbes de la capacité du courant et de la conductance d'un cristal en fonction de la fréquence.

Lorsque les ondes sonores frappent le diaphragme et font agir le cristal comme un transmetteur, les vibrations produites parcourent le corps du cristal grâce aux pôles et il se produit des oscillations électriques correspondantes. Si l'on chante contre le diaphragme, en approchant de la résonance (la vibration fondamentale peut varier entre 200 et 600 périodes) on déterminera un courant d'environ 20 microampères ou on produira 15 volts dans un circuit ouvert. En battant des mains près du transmetteur, on déterminera dans un oscillographe un train d'oscillations. La fig. 7 montre le dispositif du circuit où se trouve le transmetteur à cristal.

Si le récepteur à cristal qu'on vient de décrire est employé avec un transmetteur microphonique et si l'énergie est transmise au cristal au moyen d'un transformateur, comme l'indique la fig. 7, on obtiendra de très forts effets acoustiques ; on aura un récepteur à cristal haut parleur.

Transmetteur et récepteur à cristal en ligne. — En utilisant

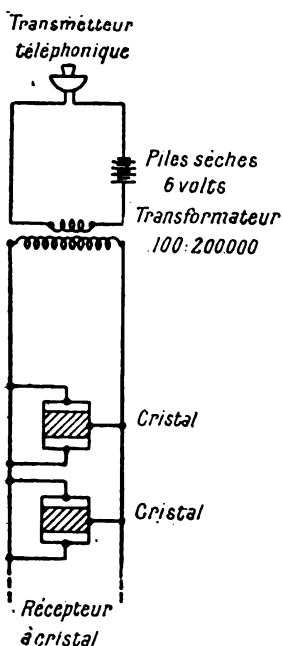


Fig. 7. — Récepteur haut parleur.

exclusivement comme appareil de transmission et de réception aux deux extrémités d'une ligne, le piézocristal, on obtiendra une bonne transmission des sons musicaux et de la parole, en se servant d'un tube à vide comme amplificateur.

Constantes électriques. — On peut considérer le cristal comme un condensateur dont la résistance d'isolement est supérieure à 100 megohms. La résistance ohmique est bien des fois plus forte d'un pôle analogue à un pôle antilogue qu'elle ne l'est dans le sens inverse. Toutefois, on ne remarque aucun redressement de courant. La capacité varie avec la grosseur; dans un bon cristal elle peut atteindre 10^{-8} farads. Elle est couramment de 10^{-7} farads; son impédance aux fréquences acoustiques varie entre 100.000

et 300.000 ohms. La fig. 6 montre que ces propriétés dépendent de la fréquence de la force électromotrice employée.

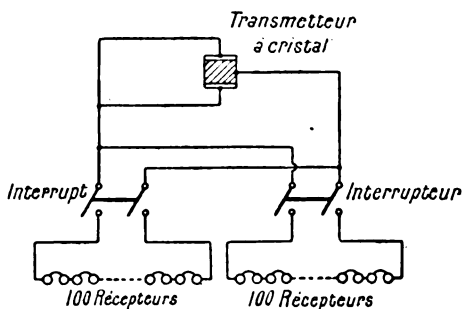


Fig. 8.

Dans le cas du cristal, les dilatations atteignent des maxima fixes, pour lesquels la fréquence choisie des potentiels alternatifs (d'am-

plitude constante) coïncide avec une fréquence élastique naturelle du cristal. A cette fréquence, la capacité apparente passe par la plus forte variation de grandeur, du maximum à zéro ou à des valeurs négatives, suivant que la « réponse » du cristal en tant que générateur, est en phase ou hors de phase avec les potentiels employés. L'impédance décroît et atteint son minimum pour une résonance comme celle indiquée par la courbe de conductance.

CONCLUSION

La loi de Curie, qui dit que « la charge électrique produite par un cristal est, pour une force donnée, indépendante des dimensions absolues », paraît être vérifiée pour les variétés de cristaux dont nous avons parlé. Mais il existe un autre type de cristal que nous avons étudié antérieurement.

La fig. 2 montre un cristal pesant 910 grammes. Il est très difficile de préparer et de durcir un gros cristal sans occasionner des fêlures et des crevasses.

On a remarqué que la valeur des cristaux augmente avec le temps spécialement lorsqu'ils sont de premier choix. De plus, lorsqu'ils ont perdu une partie de leurs qualités, pour avoir été portés à des températures trop élevées, ils les recouvrent petit à petit. Cette amélioration doit être due à la dessiccation et aussi au réaligement, à la recristallisation des parties altérées des molécules du cristal.

On peut dire qu'après un service ou un repos de plusieurs mois, les cristaux atteignent une valeur constante pour laquelle leur activité paraît être permanente, spécialement pour des effets alternatifs, lorsque les conditions atmosphériques n'exercent qu'une action négligeable sur les appareils sensibles associés au cristal.

En ce qui concerne la valeur moyenne, par comparaison avec les appareils connus tels que le transmetteur à charbon et le récepteur électromagnétique, on doit dire que le microphone est plus sensible que le transmetteur à cristal. Le microphone, relié à la pile locale, dégage plus d'énergie qu'il n'en reçoit, c'est donc un véritable amplificateur tandis que le cristal ne transmet qu'une fraction de l'énergie reçue par ses régions mécaniquement sensibles.

Le rendement du récepteur à cristal supporte victorieusement la comparaison avec le récepteur électromagnétique dans le cas de conditions identiques de résonance. Il est très possible que l'on puisse trouver d'autres cristaux ayant une constitution organique convenable, c'est-à-dire qui soient caractérisés par une asymétrie moléculaire et dont l'activité piézoélectrique serait supérieure à celle du sel de Seignette.

Notes sur les systèmes téléphoniques aux Etats-Unis

(*The Post Office Electrical Engineers' Journal*, avril 1920). —

Je n'ai jamais été plus vivement impressionné que lorsque, le 27 octobre dernier, par une matinée radieuse, j'aperçus New-York du large. C'était à l'occasion de la visite des délégués de l'*Engineer-*

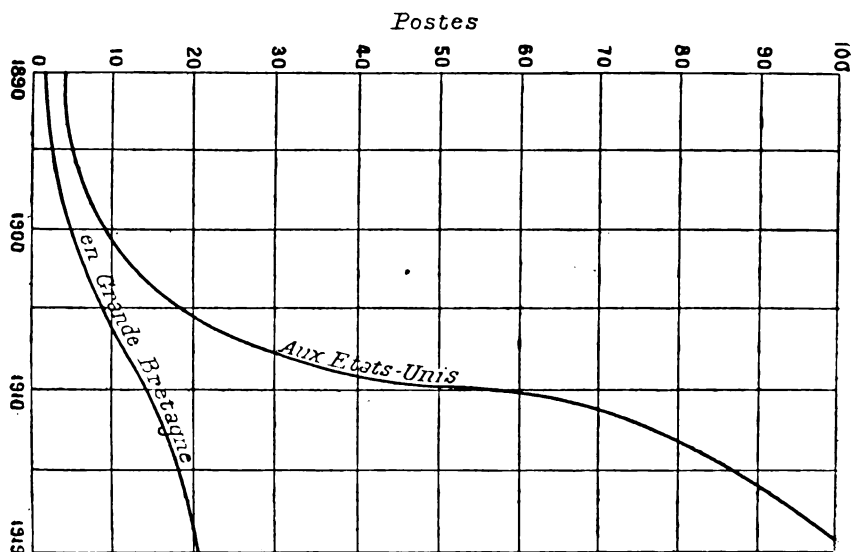


Fig. 1. — Comparaison entre le développement du téléphone aux Etats-Unis et en Grande-Bretagne.

ring Department du *British Post Office*, qui venaient étudier sur place le fonctionnement du téléphone en Amérique. Nous nous étions figuré que les dimensions énormes des maisons nuiraient à leur charme architectural ; il n'en était rien ; avec un temps favorable, la vue des « gratte-ciel » produit un effet tel, qu'on ne peut

plus l'oublier. Cependant, en réfléchissant à notre visite, après que quatre mois se sont écoulés, je suis obligé de reconnaître qu'une chose d'un ordre tout à fait différent a frappé bien davantage encore les ingénieurs du Post Office : je veux parler du réseau téléphonique

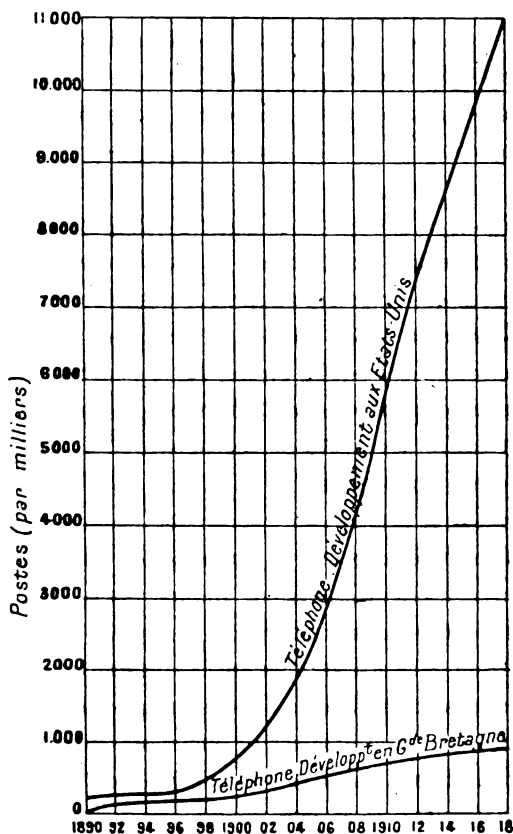


Fig. 2. — Nombre de postes téléphoniques par 1.000 habitants.

américain. Si l'on pense qu'on compte aux États-Unis plus de 12.000.000 de postes téléphoniques — un poste pour dix habitants — alors qu'en Angleterre il n'existe actuellement qu'un million de postes, on reconnaîtra une très réelle analogie entre le développement de la construction et celui de la téléphonie en Amérique.

La figure 1 montre, par comparaison avec ce qui s'est passé en Angleterre, comment le téléphone s'est développé aux États-Unis au

cours des vingt-huit dernières années, et pour prévenir l'erreur qui consisterait à attribuer la différence des progrès à la différence des populations dans les deux pays, on a tracé la figure 2 qui compare les deux réseaux en prenant pour base le nombre des téléphones par 1.000 habitants.

Nous ne perdons pas de vue que l'Angleterre a, du fait de la guerre, cessé de développer normalement son réseau pendant les cinq années écoulées. Elle ne pourra rattraper le temps perdu qu'en demandant un effort considérable à ses ressources techniques.

Nous disposons actuellement (fig. 2) de 20 postes pour 1.000 habitants. Sans être taxé d'optimisme, je crois pouvoir dire, qu'avec les perfectionnements projetés, nous pourrons, d'ici cinq ans, disposer de 40 postes pour 1.000 habitants. On peut imaginer facilement quelle sera, dans ce cas, la forme de la courbe inférieure de la figure 2, mais on peut voir, en même temps, quelle somme d'efforts auront à fournir les services de construction de l'*Engineering Department du Post Office*.

Pour réaliser ce progrès, on rencontrera, comme obstacle principal, la difficulté de se procurer du matériel téléphonique en quantité suffisante. C'est un mal dont souffre toute l'Europe. En tout cas, on ne peut pas admettre que le Royaume-Uni de Grande-Bretagne reste toujours si loin derrière les États-Unis; nous pouvons compter sur des perfectionnements remarquables.

On peut se faire une idée de ce que représentent ces développements en considérant Londres seulement, et en s'appesantissant sur le fait qu'il faudra, en si peu de temps, doubler les installations téléphoniques actuelles de la Métropole. Tout ingénieur des téléphones peut estimer combien il faudra de conduites et de câbles, de terrains et d'immeubles, de personnel supplémentaire pour arriver à un réseau qui ne représentera finalement que 40 % du réseau américain d'à présent.

La question seule des terrains et immeubles est un problème capital. On se fera une idée des exigences du service aux États-Unis, lorsqu'on saura qu'il faut amener à un seul central 30.000 lignes, et même 40.000 dans des cas exceptionnels.

Il nous a été donné de constater l'enthousiasme et le zèle extraordinaire du personnel technique ; il faut, à notre avis, voir là une des raisons pour lesquelles les compagnies, en temps normal, font de brillantes affaires. A ce point de vue, les circonstances actuelles sont peu favorables, et on envisage une augmentation générale des tarifs pour répondre aux nécessités du moment. Il en va de même en Europe ; l'Angleterre ferait bien d'adopter les tarifs américains qui, dans leur ensemble, sont calculés sur une base commerciale. L'effet moral produit sur les employés, par la seule pensée qu'ils doivent être fiers de contribuer au succès général de l'entreprise, a une importance considérable.

Nous avons eu l'occasion d'étudier à New-York un nouveau système de connexion « tandem » semi-automatique qui était presque complètement installé. Au point de vue technique, ce système offre des avantages ; autrefois, on faisait à la manipulation manuelle « tandem » le reproche d'être relativement lente et peu sûre. Le dispositif adopté à New-York a été imaginé pour vaincre ces déficiences. On reçoit les appels dans la forme habituelle au bureau central à système « tandem » ; là, l'opératrice, assise à une position du type bureau sans multiple, transmet l'appel sur un tableau du type semi-automatique bien connu. Cette manœuvre établit automatiquement une liaison entre l'opératrice et la téléphoniste « B ». Celle-ci remarque qu'on l'appelle, grâce à une lampe spéciale qui s'allume sur sa position. Elle abaisse une clé d'appel et le numéro demandé par la correspondante apparaît sur un « indicateur d'appels », constitué par un certain nombre de lampes indicatrices numérotées. L'employée B utilise le numéro annoncé par l'indicateur pour établir, sur son tableau, dans la forme ordinaire, la communication demandée. On remarquera que l'appel n'a été transmis verbalement qu'une seule fois, à savoir entre le poste demandeur A et le poste « tandem » ; le reste de l'opération s'effectue par vision et automatiquement. On espère que le service au moyen des connexions — tandem semi-automatiques — sera très rapide et précis, et il importe de noter que l'existence dans une grande ville d'un central de ce genre, facilitera beaucoup l'installation éventuelle d'un système automatique.

A la suite d'une invitation faite par l'*International Western Electric Company*, un membre de la délégation assista à une expérience de téléphonie transcontinentale. L'expérience réussit parfaitement ; elle fut complétée par la reproduction cinématographique de différentes portions de la ligne qui traverse les paysages les plus variés. On illustra aussi des méthodes de construction de lignes téléphoniques fort intéressantes. Une centaine d'invités environ assistèrent à un échange de communications entre New-York et San Francisco. Cette ligne est longue de 3.400 milles (5.474 km.) et comporte six relais ; c'est une merveille de construction.

Un autre jour, il nous fut donné de voir une série de films de la *Western Electric Company* servant à l'instruction et à la propagande. Un film remarquable représentait le montage des différentes pièces d'un poste d'abonné ; on les voyait d'abord éparées sur une table, puis, centralisées en un point déterminé et assemblées dans un ordre logique. Un autre film illustre la fabrication complète d'un câble téléphonique à plusieurs conducteurs. On voit quelle est l'utilité de ces films au point de vue de l'éducation du public et de l'instruction des apprentis mécaniciens.

Il nous parut évident que la téléphonie aux États-Unis a atteint le degré de perfectionnement où le remplacement des téléphonistes par des appareils automatiques devient possible dans une large mesure. On rencontre des difficultés considérables pour recruter et perfectionner le personnel nécessaire ; le service en souffre. Dans un système manuel, particulièrement dans le cas d'un grand réseau, chaque fois qu'on créera un nouveau central, il faudra nécessairement installer des positions B dans la plupart des autres centraux du réseau. Avec des appareils automatiques, on peut assurer le service plus facilement ; il faut, bien entendu, installer de nouvelles connexions avec chaque central supplémentaire, mais ces installations sont plus faciles à réaliser et moins coûteuses que des positions B, et l'absence de personnel dans les nouveaux centraux permet d'assurer d'une façon beaucoup plus simple un service satisfaisant. Il faut, en outre, tenir compte du fait que l'introduction des appareils automatiques dépend du développement prévu. Dans une installation peu importante, le trafic ne peut être que réduit, ce qui

a des effets désastreux sur les résultats financiers de l'entreprise. Le rapport entre le trafic journalier et celui aux heures chargées est, à New-York, de 10; à Londres, il est de 7 seulement. Ceci prouve, que pour un trafic quotidien donné, il faudra à Londres des installations plus grandes qu'à New-York, et, par suite, que les frais nécessaires pour l'exploitation par l'automatique seront plus élevés à Londres qu'à New-York par unité de trafic quotidien. Cette différence diminuerait probablement si l'on augmentait les installations de Londres, spécialement les postes privés (*residence telephones*); elle est due en partie à l'existence de différents fuseaux horaires sur le vaste continent américain.

Nous avons constaté que les relais téléphoniques étaient fréquemment employés en Amérique et qu'il y avait une tendance marquée à construire les lignes à longue distance sous forme de câbles de faible calibre, avec des postes de relais disposés convenablement. En Angleterre, on s'est beaucoup servi de câbles téléphoniques interurbains depuis quelques années, mais ils étaient d'un diamètre relativement fort, et, le plus souvent, souterrains. Partout où l'on n'envisage pas, d'ici huit ans, la pose de plus de deux câbles, les Américains prévoient l'emploi de canalisations aériennes.

Les procédés employés pour la construction des lignes en câble aérien sont intéressants. Dans le cas des lignes interurbaines importantes, les portées sont en droite ligne et longues de 100 à 110 pieds (1 pied = 0 m. 3047). On espace davantage les appuis dans les pentes; leur hauteur est telle que le conducteur se trouve au moins à 18 pieds (5 m. 50 environ) au-dessus du sol; les appuis sont solidement haubannés. Le câble porteur est en acier très extensible; son calibre varie suivant le poids du câble téléphonique. On met en place le câble porteur, de telle sorte, qu'une fois le câble posé, la flèche initiale soit de 14 pouces (0 m. 354) à une température de 60° F. (15° 5 C.) pour un câble de 200 paires de conducteurs pesant chacun 20 livres (9 kg. 072) par mille.

On mesure la tension du câble porteur d'après la durée de ses oscillations de la manière suivante: on choisit une portée dans laquelle le câble porteur n'a pas été épissé; au milieu de la portée, on lance une corde à laquelle on imprime un mouvement de va et

vient puis qu'on retire ; on compte, à partir de ce moment et pendant 15 secondes, la courbe d'oscillation du câble porteur. Sa tension est alors réglée jusqu'à ce qu'on obtienne une fréquence correcte d'après les tables préparées à cet effet. Cette méthode a donné dans la pratique de si bons résultats, qu'elle est maintenant appliquée partout.

Sur les lignes interurbaines, on utilise, pour suspendre le câble téléphonique, des bagues en acier distantes de 16 pouces (0 m. 404). Ces bagues sont fixées solidement sur le câble porteur et ne sont mises en place qu'après l'essai de tension du dit câble porteur. On tire le câble à travers les bagues comme dans une conduite continue. On le lubrifie en le faisant passer dans une auge renfermant de la graisse. Une fois mis en place, le câble est fixé au porteur au moyen d'une épissure en cordelette merlin de chaque côté de tous les appuis. Ces épissures sont faites à environ 10 pouces (0 m. 253) de l'appui ; elles sont conditionnées de façon à soulever le câble légèrement pour ne pas qu'il soit éraillé par les bagues disposées près des appuis. Lorsque la pente est égale ou supérieure à 10 %, on utilise des colliers plats avec coussinets en plomb ; ces colliers maintiennent solidement le câble et le porteur en place et empêchent tout glissement.

Les épissures sur câbles aériens se font de la même façon que sur les câbles souterrains.

Les essais effectués par les ingénieurs de l'*American Telephone and Telegraph Company* leur permettent de dire qu'on assurera, entre deux centres importants comme New-York et Chicago, un service aussi satisfaisant avec un câble aérien qu'avec un câble souterrain ; en Amérique, les conditions sont telles, que le premier ne risque pas d'être endommagé par la chute d'arbres ; il est plus économique au point de vue des frais annuels d'entretien et moins sujet à de longs dérangements que le second. En Angleterre, une canalisation aérienne coûte sensiblement autant qu'une canalisation souterraine et, au point de vue de l'entretien, la balance penche en faveur des circuits souterrains.

Nous avons constaté le bon fonctionnement du réseau téléphonique américain à longue distance. Il faut en voir la raison dans

l'abondance des circuits : les Américains obtiennent plus rapidement que nous une communication à longue distance, mais il s'ensuit que le rendement de chaque circuit diminue. Les tarifs interurbains sont pourtant plus élevés que les nôtres, et comme pratiquement tout circuit à longue distance sert à la transmission simultanée de télégrammes privés, ils constituent une source importante de revenus.

Nous avons été frappés par le grand nombre d'automobiles employées pour construire et entretenir les lignes téléphoniques. En fait, tout le matériel (y compris les appareils des abonnés avant leur mise en place) est transporté par automobile. Les services chargés de l'entretien et des essais disposent d'automobiles ; dès qu'un dérangement est signalé, un monteur part en motocar pour le relever. Dans diverses régions des États-Unis, le personnel chargé d'entretenir les lignes est propriétaire des automobiles que la Compagnie lui a payées pour assurer le service. Nous dirons en passant que l'emploi des automobiles est, par tête d'habitant, beaucoup plus répandu en Amérique qu'en Grande-Bretagne, et cela est vrai dans une proportion plus élevée pour les autos que pour le téléphone dans les deux pays ; je tiens à signaler ce fait à l'attention des personnes qui croient que l'imperfection de notre service téléphonique est imputable à la parcimonie des services publics assurés par le gouvernement.

En outre, le domicile de chaque monteur chargé de l'entretien d'une section d'un réseau principal, est relié téléphoniquement, de sorte qu'il peut être, en cas d'urgence, envoyé sur la ligne en dehors de ses heures de service.

Une autre caractéristique intéressante du réseau à grande distance consiste dans l'emploi de la transmission à haute fréquence dont il a souvent été parlé dans les ouvrages techniques, au cours de l'an dernier.

Le rapport annuel de l'*American Telephone and Telegraph Company* pour 1918, parle en ces termes de la téléphonie et de la télégraphie multiples à haute fréquence :

« Une mention spéciale revient au réseau de téléphonie et télégraphie multiplex. Grâce à la téléphonie multiple, il est possible

d'échanger sur un circuit bifilaire, quatre communications simultanées en sus de la conversation téléphonique ordinaire. Ainsi on peut échanger simultanément, sur un même circuit, cinq communications téléphoniques, chacune étant aussi bonne que celle obtenue sur une ligne exploitée de la manière habituelle.

« Ce nouveau système a permis d'obtenir des résultats sensationnels en télégraphie comme en téléphonie. En prenant, pour constituer un circuit télégraphique, deux fils ordinaires, et en utilisant les nouvelles méthodes et les nouveaux appareils, on est parvenu à accroître considérablement le rendement des lignes télégraphiques. Avec les appareils imprimeurs rapides, on peut obtenir un rendement huit fois plus grand, et, par conséquent, avec le système duplex ordinaire, dont l'emploi s'est généralisé, nous pouvons décupler le rendement. On peut atteindre ces résultats merveilleux sans que le service télégraphique perde rien de sa valeur.

« Ce n'est pas aller trop loin que d'affirmer que le nouveau procédé fait époque dans le développement de la téléphonie et de la télégraphie à grande distance.

« Le nouveau système de téléphonie multiple a déjà été expérimenté sur un circuit bifilaire entre Baltimore et Pittsburg ; il sert depuis plusieurs mois, et rend des services signalés dont on avait le plus grand besoin pour répondre aux exigences dues à l'état de guerre. On est en train d'installer le nouveau système dans les villes qui ont besoin de circuits à longue distance supplémentaires. »

Pendant notre séjour à Baltimore, nous avons été fort intéressés par le fonctionnement de la ligne Baltimore-Pittsburg, par l'étude des appareils et par la comparaison entre les résultats obtenus en Amérique et ceux réalisés en Angleterre, à la suite d'expériences analogues mais moins importantes. Nous avons reconnu que les circuits à haute fréquence restaient « silencieux » et que la parole n'y était nullement déformée. Les deux postes extrêmes sont distants d'environ 250 milles (402 km. 500). Les frais d'installation et les troubles interférenciels s'opposent actuellement à l'emploi de la haute fréquence sur les lignes aériennes anglaises relativement courtes et fortement chargées. L'ensemble du système a pourtant fait ses preuves aux essais, et on peut faire encore beaucoup pour

accroître sa valeur économique et supprimer les réserves qui s'imposent quant à présent.

En ce qui concerne la télégraphie multiple à haute fréquence, on approche davantage de la solution du problème sur les lignes en service; l'avenir, à ce point de vue, est plein de promesses; on reconnaîtra une fois de plus l'ironie des choses par le fait suivant: on a grand besoin de la téléphonie multiple et il est difficile de la réaliser; par contre, la télégraphie multiple en haute fréquence se réalisera facilement, alors qu'on en a moins besoin, à cause des résultats déjà très satisfaisants qu'ont donnés les appareils imprimeurs automatiques.

Une des particularités remarquables du système américain consiste dans l'énorme travail de recherche effectué pour le compte de la société Bell, par la *Western Electric Company*. Un personnel considérable (1.500 ingénieurs et sous-ingénieurs environ) étudie le perfectionnement des appareils téléphoniques et la possibilité d'utiliser toutes les découvertes scientifiques récentes. On se rend compte qu'une organisation de ce genre est réalisable dans le cas d'un développement énorme; elle serait fort coûteuse dans le cas d'un développement restreint. On fixe naturellement les frais imputables aux travaux de recherches en tenant compte du nombre des postes, mais il faut remarquer que, plus le réseau est petit, plus les frais par poste seront élevés.

Le présent article doit être nécessairement bref; nous ne pouvons y traiter certaines questions susceptibles d'intéresser les ingénieurs des télégraphes. Nous y reviendrons plus tard, car il y aurait le plus grand intérêt à les voir appliquées en Angleterre. De la part de mes collègues (MM. Hart, Hedley et Anson) comme de la mienne, je tiens à exprimer notre reconnaissance pour l'accueil qui nous a été réservé, aux États-Unis, par les ingénieurs et fonctionnaires de l'*American Telephone and Telegraph Company*, de la *Western Electric Company*, de l'*Automatic Electric Company*, de la *North Electric Company*, de la *New York Telephone Company*, de la *Western Union Telegraph Company*, et d'un grand nombre d'autres importantes compagnies électriques, ainsi que par les fonctionnaires du Post Office à Washington. Partout nous reçûmes

l'accueil le plus cordial ; partout on nous donna tous les renseignements désirables sur les divers sujets susceptibles de nous intéresser. Pendant notre trop courte visite, il y eut deux jours fériés ; même ces jours-là, ainsi que les samedis après-midi et les dimanches, les ingénieurs de l'*American Telephone and Telegraph Company* se mirent obligeamment à notre disposition.

W. NOBLE.

Tube à vide avec anode externe. — Résultats des recherches effectuées à l'aide d'un nouveau type de tubes à trois électrodes dans lesquels la conduction électrolytique à travers le verre joue un rôle important (*Electrical World*, 7 juin 1920). — Les différents modèles d'amplificateurs, de détecteurs et d'oscillateurs à lampes qu'on trouve aujourd'hui dans le commerce, sont remarquables par leur rendement et le parti qu'on en peut tirer, mais ils ont été perfectionnés par des procédés plus ou moins connus et, en principe, ils diffèrent peu de leur forme primitive. Néanmoins, l'auteur du présent article a imaginé un tube à vide qui, non seulement diffère radicalement par sa construction de ceux qu'on pouvait se procurer jusqu'aujourd'hui, mais encore fonctionne sous l'effet d'un phénomène que nous croyons peu connu, à savoir : la conduction électrolytique dans un diélectrique chauffé.

Sans parler de leur simplicité, de leur faible encombrement et de leur robustesse, ces tubes offrent un intérêt spécial en raison de ce que leur courbe caractéristique renferme une inflexion à angle droit qui en fait des détecteurs extrêmement sensibles. En choisissant convenablement les divers organes du tube, il est possible d'obtenir que cette inflexion se produise au potentiel de contrôle zéro. Le fait que le fonctionnement a lieu sans le secours d'un potentiel sur l'électrode de contrôle est un avantage considérable parce que, bien qu'il soit relativement facile de polariser l'électrode de contrôle en shuntant le condensateur en série par une résistance de plusieurs mégohms, ces résistances, composées actuellement d'organes détachés, produisent dans le circuit de réception un bruit considérable attribuable à leur instabilité. Un modèle de ces tubes

est construit pour fonctionner avec un potentiel de 4 volts à l'anode, ce qui est séduisant toutes les fois que l'on veut réduire au minimum la dépense de la pile, le poids et l'encombrement de l'installation. Grâce à leurs exceptionnelles qualités oscillantes, ces tubes conviennent parfaitement comme détecteurs oscillants ou générateurs. Leur construction est tellement simple, qu'il est plus facile de les fabriquer en série que tous les autres modèles connus jusqu'ici.

Comme dans le cas des autres tubes à trois électrodes, on se sert d'un filament, d'une électrode de contrôle et d'une anode, mais ces éléments sont disposés différemment. Le filament a la forme d'une épingle à cheveux ; il est entouré par l'électrode de contrôle constituée par un fil de tungstène hélicoïdal. Seuls, ces deux éléments sont à l'intérieur du tube ; l'anode consiste en une couche argentée apposée directement sur le tube à vide dans la partie qui renferme le filament et l'électrode de contrôle.

Le tube lui-même est très petit ; là où se produit l'action électronique, son diamètre ne dépasse pas 9 mm. $1\frac{1}{2}$; il est de 15 mm. 9 à la base, où il faut une place plus grande pour refermer et souder le tube après qu'on y a fait le vide. Avec sa gaine de verre destinée à le protéger contre les courants d'air et les chocs, le tube mesure seulement 22 mm. sur 85 mm. 7 tandis que le tube à vide très employé dans le « Signal Corps » pendant la guerre mesure 34 mm. 9 sur 10 cm.

Quoique sa construction soit très légère, ce nouveau tube n'est nullement sensible aux vibrations, si bien qu'il n'est pas nécessaire de le monter sur coussin, comme on le fait pour certains autres modèles de tubes. La mise en place du filament et de l'électrode de contrôle n'est pas une opération délicate, il suffit que le filament soit placé aussi près que possible du centre de cette électrode et au milieu du tube pour que l'échauffement du verre soit uniforme.

On avait cru tout d'abord que la différence d'épaisseur des tubes serait une cause de mauvais fonctionnement, mais il n'en est rien, car des tubes fabriqués normalement peuvent être échangés sur un circuit quelconque sans qu'il soit nécessaire d'effectuer un nouveau réglage.

Pour faire fonctionner le tube, on le relie comme un tube à trois électrodes ordinaires, avec cette différence qu'il n'y a pas lieu de polariser l'électrode de contrôle lorsqu'on utilise le tube comme détecteur. Comme le vide a été poussé le plus possible, le filament, lorsqu'il est chauffé par la pile, est le siège d'une émission parfaite d'électrons qui permet au courant de passer du filament à l'anode ; la résistance de cette liaison électrique varie avec le potentiel de contrôle.

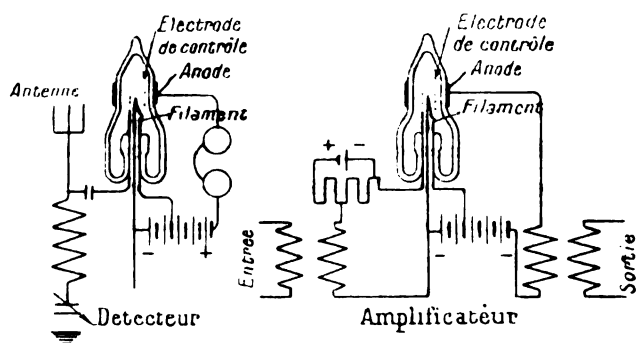


Fig. 1.

La question intéressante est le passage du courant à travers le verre. Jusqu'à ces derniers temps, on considérait le verre comme un isolant parfait sauf dans les cas où il approchait de son point de fusion, car alors il devient bon conducteur. Il est probable que le verre partage avec tous les autres « diélectriques » cette propriété de devenir fortement conducteur lorsque liquéfié à demi ; il est évident qu'il serait absolument impossible de faire fonctionner le tube à vide à une telle température, car le verre commence à devenir mou vers 425°C . et ne devient rouge qu'aux environs de 600°C . Toutefois, le verre devient conducteur pour des températures beaucoup plus basses que celles-là lorsqu'il entre en contact avec certains corps. Mais, dans ce cas, la conduction à travers le verre est purement électrolytique, et on remarque dans le verre chaud tous les phénomènes qui caractérisent la conduction à travers un électrolyte liquide, tels que la décomposition, la polarisation, etc.

Avant de construire les nouveaux tubes, on procéda à des essais

de conductivité du verre mis en contact avec différents corps; dans ce but, on munissait l'extérieur des tubes très courts, près du milieu, d'une bande métallique et on plaçait à l'intérieur une bande du même métal, faisant face à la première; puis on portait le tube à la température convenable dans un fourneau électrique. On constata qu'en employant certains métaux, tels que le cuivre, l'étain, le fer, le nickel, le platine, etc., il se produisait une polarisation apparente qui accroissait considérablement la résistance du dispositif. On peut sans doute attribuer ce phénomène à la production, à la surface de l'anode, d'une action électrolytique qui la rend presque non-conductrice. Si l'on court-circuite la source de potentiel pendant que le verre reste dans cet état, l'énergie emmagasinée sur les surfaces de l'anode, repasse dans le circuit. Bien que tous ces phénomènes soient un lieu commun dans le cas d'un conducteur liquide, je ne crois pas qu'on les ait jamais remarqués dans un solide.

Avec des électrodes en argent, il ne se produit qu'une très faible polarisation; c'est à tel point, qu'avec une électrode en argent et une électrode en nickel, le verre deviendra bon conducteur, à une température convenable, lorsque l'argent est la borne servant d'anode à la force électromotrice utilisée, mais il offrira une très grande résistance si l'argent sert de cathode. La figure 4 représente les courbes, sous un potentiel de 20 volts, pour deux tubes différents, ayant l'un deux électrodes en argent et l'autre deux électrodes en platine.

On pourrait croire que la dissociation électrolytique des parois en verre rendra impossible l'emploi d'un tube de la manière indiquée. Il n'en est pourtant pas ainsi, car il est parfaitement possible de calculer la densité et l'intensité du courant, de telle façon que la dissociation soit très faible et que le rôle joué par le verre ne soit qu'un facteur insignifiant dans le rendement du tube.

On a construit différents modèles de tubes fonctionnant en tenant compte des propriétés conductives du verre chauffé, celui-ci étant porté aux températures voulues par le filament et étant maintenu à ces températures en plaçant le tube dans une enveloppe en verre. Celle-ci était munie, à son extrémité inférieure, de soupapes, pour que la température ne s'élevât pas au-dessus d'un degré convenable.

Il est facile de faire le vide dans un tube de ce genre car, à cause des faibles surfaces métalliques qui y sont renfermées (quelques millimètres carrés seulement) et de leur rapprochement, on peut vider le tube en portant simplement le filament à l'incandescence et en appliquant un faible potentiel entre une branche du filament et l'anode externe. On donne pratiquement au potentiel pendant le vidage une valeur double de celle qu'il a en fonctionnement normal. Lorsqu'on commence à appliquer ce potentiel, il se produit dans le tube une émission de gaz que la pompe absorbe, mais après quelques minutes, l'émission cesse et elle ne se reproduit plus, tant que le tube fonctionne. Pendant la dissociation du verre, il se pro-

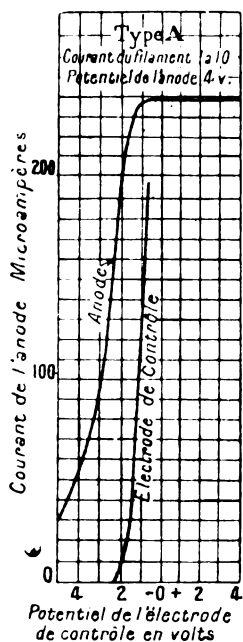


Fig. 2. — Caractéristique d'un tube de type A.

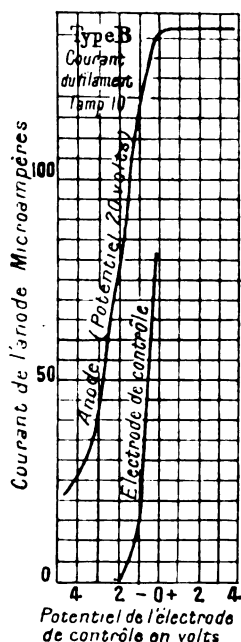


Fig. 3. — Caractéristique d'un tube de type B.

duit, en permanence, dans la partie chauffée du tube, une émission de sodium métallique qui se dépose, sous la forme d'une couche argentée brillante, sur les parties froides du verre. La présence de cet élément actif à l'intérieur du tube explique en partie la nécessité

d'éliminer tous les gaz qui peuvent se former lorsqu'on fond la partie étranglée [qui relie le tube à la pompe au moment de souder le tube. Après que ces tubes ont été soudés, on remarque très bien la présence de gaz à l'intérieur, mais après quelques minutes de fonctionnement normal, toute trace de gaz disparaît.

Les caractéristiques de ces tubes offrent une particularité, à savoir l'aplatissement de la courbe du potentiel de l'anode de contrôle au point zéro ou près de ce point. On peut, sans difficulté, en

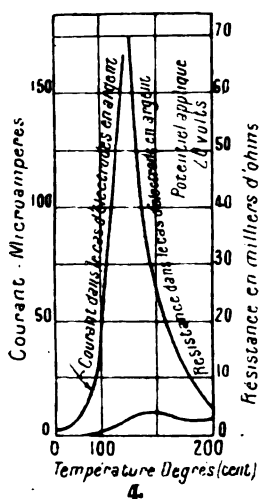


Fig. 4. — Conductibilité du verre.

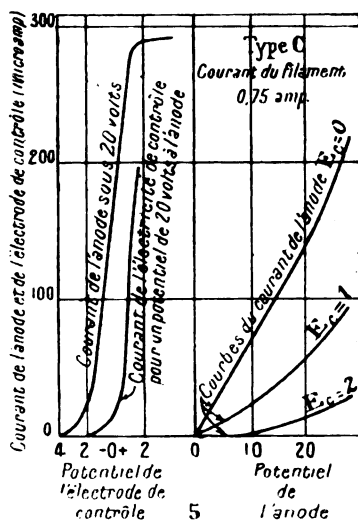


Fig. 5. — Caractéristique d'un tube de type C.

expliquer la raison comme suit : en fait, dans ces tubes, on rencontre deux résistances : 1° celle de l'espace compris entre le filament et la paroi interne du tube R_s , et 2° celle des parois en verre R_g . Celle-ci est à peu près constante, car elle dépend surtout de la température du verre et un peu du courant qui le traverse, tandis que R_s dépend entièrement de la charge qui existe sur l'électrode de contrôle. On voit donc que lorsque celle-ci devient davantage positive, cette résistance décroît jusqu'à un point où elle sera négligeable comparativement à R_g . Dans ces conditions, R_s est le facteur de contrôle du passage du courant entre le filament et l'anode.

Ann. des P., T. et T., 1920-II (9^e année).

Les courbes ci-dessus montrent quelles sont les caractéristiques des quatre types de tubes que l'on fabrique aujourd'hui. Lorsque le courant du filament et le potentiel à l'anode, par exemple, se trouvent dans des conditions normales, l'inflexion à angle droit se produit sur la courbe du courant de l'anode à — 1 volt de contrôle et avec 236 microampères passant dans le circuit de l'anode, pour un tube du type A. Avec un tube du type B, la courbure à angle droit se produit quand les volts de contrôle sont au zéro avec 172 microampères. D'un autre côté, avec des tubes des types C et D, la courbure se produit pour des potentiels de contrôle positifs (de 1 à 2 volts) avec 290 et 304 microampères respectivement.

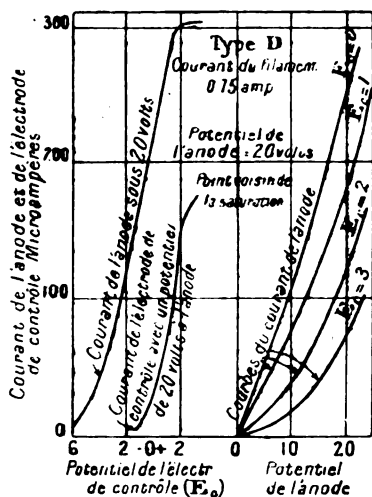


Fig. 6. — Caractéristique d'un tube de type D.

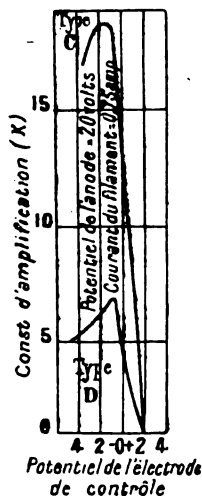


Fig. 7. — Caractéristique d'un tube de type C.

Lorsqu'on utilise ces tubes comme détecteurs ou oscillateurs, on améliore leur fonctionnement en mettant un condensateur en série avec l'électrode de contrôle, quoique dans la partie inférieure de leurs courbes caractéristiques ils puissent fonctionner avec l'électrode de contrôle chargée négativement. Toutefois, dans ce dernier cas, le fonctionnement est moins satisfaisant que dans le premier.

Si le potentiel de l'anode diminue, la courbure se produit comme

d'ordinaire à des potentiels de contrôle plus positifs et avec un courant d'anode plus faible. A cause de ces inflexions à angle droit, si l'on veut obtenir les meilleures caractéristiques de détection possibles, il vaut mieux faire fonctionner les tubes au potentiel de contrôle où les inflexions se produisent. Si on les utilise comme amplificateurs, il faut maintenir le potentiel moyen de contrôle à la valeur qui correspond aux plus grandes augmentations ou diminutions du courant d'anode pour une petite variation du potentiel de contrôle. Sous ce rapport, on peut voir que le tube du type C convient merveilleusement comme amplificateur en raison de la pente raide de la courbe du courant qu'on peut encore accentuer en abaissant le voltage de l'anode. Les caractéristiques du tube du type D sont spécialement intéressantes parce qu'elles montrent l'effet considérable produit par l'électrode de contrôle qui n'a que 70 % du nombre de spires du type C. La figure 7 représente les constantes d'amplification de ces deux tubes dans le cas de potentiels de contrôle variables; le type C, dans ces conditions, amplifie plus de dix-neuf fois. C'est la méthode décrite par Miller, dans les *Proceedings of the Radio Institute* qui servit à la mesure de ces constantes.

Les caractéristiques de ces tubes ont été vérifiées par le Dr Chaffee du *Cruft Laboratory* de l'Université Harvard, que l'auteur remercie pour sa précieuse collaboration.

Mesure des ondes alternatives au moyen du tube de

Braun (*The Electrician*, septembre 1919). — *Résumé* : 1) Description d'un commutateur cathodique sans inertie, basé sur l'ionisation d'un gaz au moyen des rayons cathodiques, et servant à tracer les courbes oscillantes d'après la méthode de Joubert. — Étude de ce procédé et tracé des courbes de courant alternatif pour des fréquences variant entre 50 et $3 \times 10^5 \sim$ par seconde. 2) Tracé, avec la plus grande exactitude possible, des oscillogrammes pour des longueurs d'onde allant jusqu'à 100^m, en utilisant le tube double spécial de Braun qui fonctionne avec une cathode incandescente sous un voltage constant de 220 V. — Comme cet agencement n'exige que des courants très faibles, il se prête parfaitement aux mesures des champs à haute fréquence.

Introduction. — Quand il s'agit d'étudier la forme des ondes de courants alternatifs, on se sert généralement de l'oscillographe dans le cas des fréquences commerciales et du tube de Braun, dans le cas des oscillations électriques. La méthode la plus ancienne adoptée pour représenter la forme des ondes est celle de Joubert. Elle consiste à mesurer la valeur instantanée de l'onde pour chaque période au moyen d'un voltmètre et d'un commutateur synchrone.

On résolut d'appliquer la méthode de Joubert dans le domaine des oscillations électriques. En raison de la très grande rapidité, un commutateur synchrone mécanique ne pouvait convenir. Il était donc indispensable d'imaginer un commutateur sans inertie, ou ayant une masse si faible, que son inertie fût négligeable en comparaison de la très grande vitesse de rotation. C'est un appareil répondant à ces conditions et qui utilise les rayons cathodiques produits par un tube de Braun que l'on décrit ci-dessous. Les oscillations électriques produisent un champ tournant qui traverse le tube. Sous l'influence de ce champ, les rayons cathodiques décrivent un cône évidé dont la trace sur l'écran fluorescent est un cercle. L'écran comporte une fente radiale, de sorte que pour une certaine position du rayon tournant et, par suite, pour une certaine phase de l'oscillation, le rayon pénètre dans une boîte et ionise le gaz entre les plaques d'un petit condensateur. Cette ionisation rend le gaz conducteur à ce moment particulier de la période. On peut donc mesurer, à l'aide d'un électromètre, le voltage instantané de l'onde alternative.

En déplaçant les bobines qui produisent le champ tournant, on peut mesurer un point quelconque de la courbe de voltage et ainsi on peut tracer toute cette courbe point par point.

La figure 1 reproduit les détails de l'agencement. Les connexions sont telles qu'elles permettent l'étude de la forme de l'onde d'un arc alternatif. Pour produire les rayons cathodiques, on emploie un voltage constant de 23.000 V, en série avec une résistance en ferro-cadmium. Ce haut voltage s'obtient au moyen d'un appareil perfectionné de Des Coudres.

Un essai préliminaire avait montré que la self-ionisation dans le tube de Braun était si grande, qu'il fallait réaliser en permanence

une conductivité suffisante entre les plaques du condensateur. On imagina de protéger la chambre d'ionisation K à l'aide d'une plaque métallique M qui jouait le rôle d'écran.

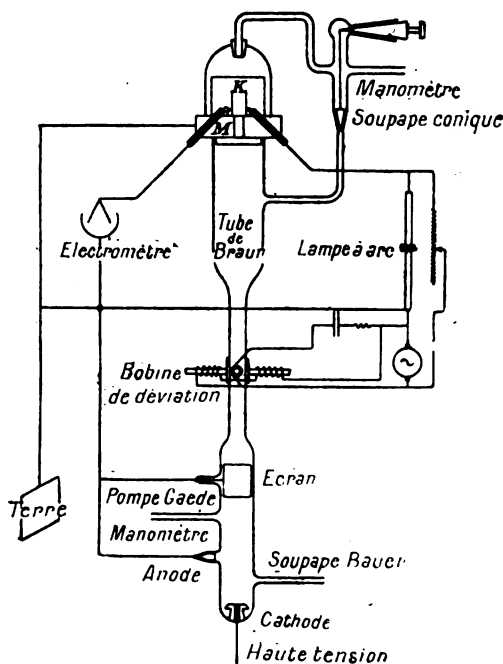


Fig. 1.

La fente radiale, par laquelle passe le rayon cathodique pour atteindre les plaques du condensateur, était fermée par une fenêtre de Lenard. La chambre d'ionisation était fixée au tube de Braun au moyen d'une cloche en verre dépoli. On pouvait pousser le vide autant qu'on le désirait, dans le tube comme dans la chambre d'ionisation, grâce à une pompe à mercure Gaede. Une soupape à air, telle que celle qu'on utilise avec le tube à rayons X de Bauer, fut reconnue convenable. Grâce à elle, on put régler avec précision pour toutes les mesures, la pression dans le tube. La construction du condensateur placé dans la chambre d'ionisation avait été effectuée avec soin. On prit toutes les précautions connues pour prévenir des erreurs dues aux charges sur verre, aux champs statiques, etc.

On se servit pour les mesures d'un électromètre bifilaire de Wulf. Un électromètre unifilaire d'Elster et Geitel eût été tout aussi avantageux.

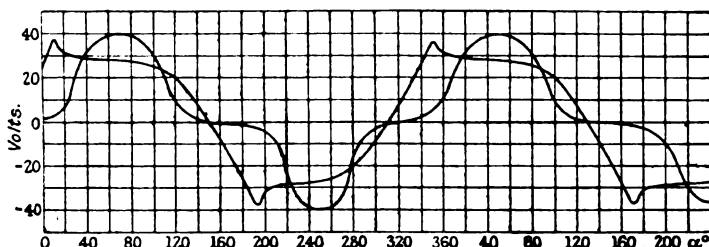


Fig. 2.

Les bobines de déviation étaient montées sur des corps en ébonite et fixées directement sur l'étranglement du tube en verre de façon à pouvoir tourner autour de lui. Pour des fréquences de 50, 250 et 500, on utilisa des bobines à fil émaillé placées à 90° l'une de l'autre dans le plan de rotation. Les courants qui les traversaient étaient décalés en phase de 90° . Pour les oscillations, on produisit le champ tournant au moyen du champ électrique d'un petit conden-

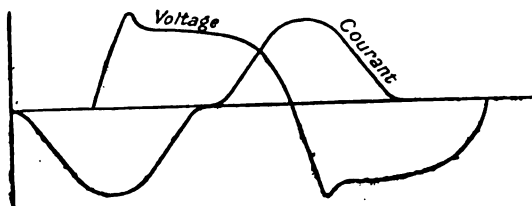


Fig. 3.

sateur, et du champ magnétique de deux bobines coaxiales de sept spires chacune, ayant une surface de $8 \times 4 \text{ cm}^2$. Un index permettait de lire, à $1/2$ degré près, la disposition angulaire des bobines par rapport au tube de verre.

Expériences à l'aide du commutateur cathodique. — Dans le cas idéal, le faisceau cathodique doit produire une conductivité parfaite dans la chambre d'ionisation lorsqu'il passe entre les plaques du

condensateur et, tout le reste du temps, il ne doit exister aucune trace de conductivité. Celle-ci dépend toutefois : 1° du nombre d'ions produits par le rayon cathodique, et 2° de leur mobilité. On atteindra la perfection lorsque : 1° au moment du contact, toutes les molécules du gaz qui se trouvent entre les plaques sont ionisées, et 2° si tous les ions ainsi produits se portent vers les plaques. Pour réaliser la première condition, il faudrait une vitesse et une intensité si considérables des rayons cathodiques qui déterminent l'ionisation, qu'il est difficile de les réaliser pratiquement. Pour répondre à la deuxième condition, il faudrait que les ions fussent infiniment mobiles. Ce n'est naturellement pas le cas, et l'on voit ainsi que le commutateur cathodique est loin d'être l'instrument idéal.

La conductivité du contact dépend de la nature du gaz résiduel et de sa pression et, en outre, de la vitesse et de l'intensité des rayons ionisateurs. Si l'on augmente la pression du gaz et sa densité, le nombre des ions produits s'élève mais leur mobilité diminue. En étudiant systématiquement ces effets au moyen de l'air, de la vapeur d'eau et du bioxyde de carbone pour des pressions variant entre 85 et 0,1 mm., on rechercha les meilleures conditions qui rendraient le commutateur cathodique aussi parfait que possible. On reconnut, qu'à ce point de vue, c'est l'air qui convenait le mieux et que la pression idéale était comprise entre 0,1 mm. et 1 mm.

Influence de la forme de l'onde, de la phase et de la fréquence.
— Mais lorsqu'il est réglé dans les meilleures conditions, le commutateur cathodique ne mesure pas exactement la valeur instantanée du voltage alternatif parce que, pendant la durée du contact, le champ, entre les plaques du condensateur, varie plus ou moins, par suite de la distance finie qui les sépare. Plus la vitesse de variation du champ pendant la durée du contact est élevée, plus grande est l'inexactitude des mesures effectuées. C'est pour ce motif que la forme de l'onde et la fréquence font sentir leur effet sur les mesures. Les plaques du condensateur sont distantes l'une de l'autre de 0,5 cm:

Il faut, au rayon cathodique, un temps déterminé et pendant ce

temps, la phase du courant alternatif sur les plaques du condensateur se modifie. Il en résulte que la valeur moyenne seule est mesurée. En augmentant le diamètre du cercle décrit par le rayon cathodique et en réduisant l'espacement des plaques du condensateur, on peut, après l'avoir mesurée, diminuer la déformation ainsi introduite dans la forme de l'onde. Une autre cause d'erreur produisant le même effet provient de ce que l'ionisation ne disparaît pas immédiatement tout à fait, ce qui fait que le courant qui traverse le condensateur ne s'affaiblit que graduellement, d'où une altération de la courbe. Expérimentalement, cet affaiblissement ne put être démontré. La question qui se pose est de savoir jusqu'à quelle fréquence limite cette méthode de Joubert est utilisable quand on l'applique au moyen du commutateur cathodique. Pour de hautes fréquences, la mobilité des ions devra être très grande ; par suite de la durée très brève du contact, le courant n'atteint pas complètement l'état stationnaire. D'après la nature et la pression du gaz, il est possible de connaître la mobilité des ions ; la valeur du commutateur cathodique diminue au fur et à mesure que la fréquence augmente. On a reconnu que la limite utile pratique de la fréquence pour l'emploi du tube de Braun est de l'ordre de 10^8 par seconde.

Exemples de courbes. — En premier lieu, nous donnerons l'enregistrement des courbes de courant et de voltage d'un arc alternatif, pour une fréquence de 50 par seconde. Le montage est représenté sur la figure 1. La figure 2 représente les courbes obtenues à l'aide du commutateur cathodique. La figure 3 représente les mêmes courbes obtenues à l'aide d'un oscillographe Siemens et Halske, dans des conditions rigoureusement semblables. En général, les courbes enregistrées de ces deux manières sont en parfaite harmonie ; le point maximum de la courbe de voltage au moment où l'arc est amorcé est légèrement abaissé dans le cas du commutateur cathodique, pour les raisons indiquées ci-dessus.

Les courbes qui sont le plus intéressantes à tracer sont celles des oscillations. La figure 4 représente le dispositif adopté. Pour produire les oscillations, on utilisa un arc à haute fréquence Telefunken du type employé par H. Th. Simon. On mesura le voltage

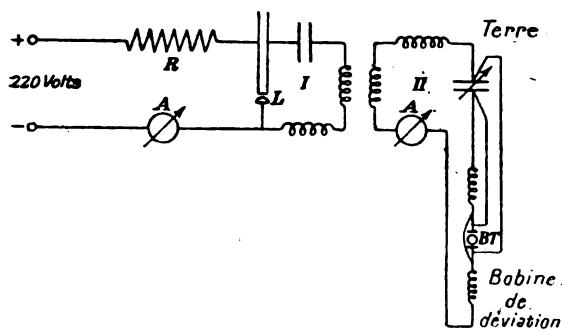


Fig. 4.



Fig. 5.

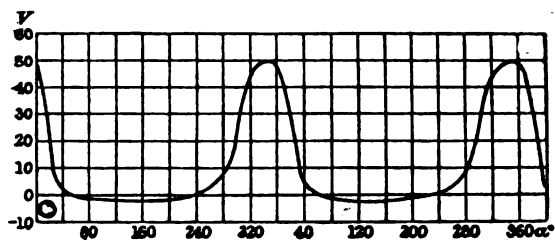


Fig. 6.

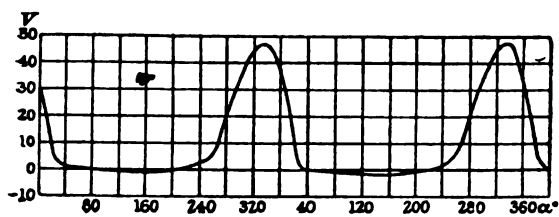


Fig. 7.

aux bornes de la capacité dans le circuit (2). Ce voltage est proportionnel au courant qui traverse le circuit oscillant (2). En supposant que le couplage et la disposition des conducteurs ne déforment pas l'onde, on obtient la courbe indiquée théoriquement par H. Barkhausen et représentée sur la figure 5. Cette courbe répond au deuxième type d'arc oscillant; elle a été obtenue à l'aide d'un oscillographe pour une longueur d'onde d'environ 1.000 m. Mes courbes (fig. 6 et 7) ont la même forme que la courbe tracée théoriquement et sont en parfaite harmonie avec elle. Dans le cas de la figure 6, la longueur d'onde était de 560^m et, dans le cas de la figure 7, de 950^m.

Les légères différences qui existent entre les courbes s'expliquent facilement puisqu'avec des pressions basses du gaz, le nombre des électrons libres n'est pas tellement petit, comparativement au nombre d'ions produit, qu'on puisse n'en pas tenir compte, c'est pourquoi, lorsque le champ magnétique entre les plaques est égal à zéro, la faible capacité de l'électromètre peut acquérir une charge négative pendant le laps de temps assez long, nécessaire pour effectuer la lecture.

Dispositif pour la haute fréquence. — La faible mobilité des ions, quand on utilise la méthode exposée plus haut, fixe une limite à la mesure des courbes de haute fréquence. Si, au lieu

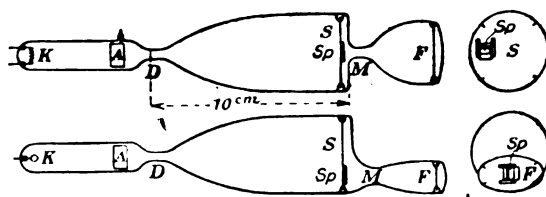


Fig. 8.

d'utiliser le pouvoir d'ionisation des rayons cathodiques et les ions paresseux qu'ils font naître, on se sert seulement des électrons rapides, on peut modifier la méthode de Joubert pour mesurer les courbes des très hautes fréquences. La figure 8 montre comment il faut modifier le tube de Braun. La cathode K a la forme d'un filament chauffé et émet des rayons qui ont la plus grande vitesse requise.

Les rayons cathodiques partis de K traversent l'écran A qui sert d'anode, puis l'espace D qui produit la déviation. Le courant cathodique, entre D et S, tourne en prenant la forme d'un cône évidé. Le rayon traverse la fente *Sp* une fois à chaque révolution et pénètre dans le deuxième petit tube Braun. Dans ce tube, les plaques, placées en M, dévient le rayon proportionnellement à la force que possède le champ au moment où le rayon traverse la fente. On observe la déviation sur l'écran fluorescent F. Si l'on déplace le champ tournant D, le point éclairé du rayon cathodique traverse

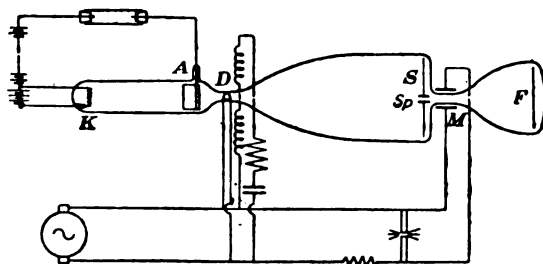


Fig. 9.

l'écran F en ligne droite. Le schéma des connexions (fig. 9) est identique à celui de la figure 1 pour la méthode d'ionisation.

Causes d'erreurs et limitation de la méthode du double tube.

— La vitesse des rayons cathodiques n'est pas infinie; elle est fonction de la différence de voltage entre la cathode et l'anode et peut se calculer au moyen de la formule :

$$a = 5,95 \sqrt{V} \times 10^7 \text{ cm/sec.},$$

V étant mesuré en volts.

Il existe donc un intervalle de temps bien déterminé entre le moment où le rayon cathodique traverse le champ tournant D et celui où il arrive aux plaques déviantes M. Si la vitesse de propagation du rayon cathodique est faible, comparée à la fréquence des oscillations, il s'écoule un certain temps entre le moment où le rayon est tordu par le champ tournant D et celui où il est dévié par le champ M.

Le rayon cathodique qui traverse la fente *Sp* est décalé par rap-

port à la phase indiquée par l'index en D d'un angle dont la valeur électrique dépend de la fréquence du courant alternatif qu'on mesure et de la vitesse du rayon cathodique. En prenant la distance qui sépare D de M égale à 40 cm., on trouvera, sur le tableau ci-dessous, la valeur de ce décalage de phase dans la colonne D-M pour les diverses valeurs de la longueur d'onde de l'oscillation et du voltage qui excite le rayon cathodique. Le cône que ce rayon engendre apparaît également tordu autour de son axe.

Onde- mètres	220 volts		440 volts		1000 volts		2300 volts	
	D-M	M	D-M	M	D-M	M	D-M	M
10000	0.49°	0.04°	0.29°	0.02°	0.23°	0.02°	0.05°	0.00°
1000	4.89	0.36	2.92	0.22	2.29	0.17	0.48	0.04
100	48.9	3.65	29.2	2.18	22.9	1.72	4.80	0.36
10	489.0	36.5	292.0	21.8	229.0	17.2	48.0	3.60
1	4890.0	365.0	2920.0	218.0	2290.0	172.0	480.0	36.0

Puisque le décalage de phase, pour une vitesse du rayon cathodique et une longueur d'onde déterminées reste constant pour toutes les valeurs sur la courbe, on peut le corriger en plaçant le zéro de l'échelle angulaire sur le champ tournant D à l'endroit convenable.

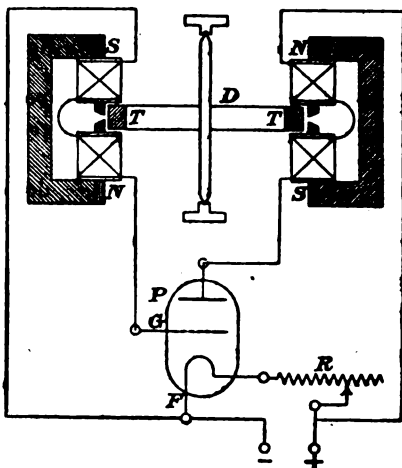
Dans le second petit tube, la vitesse finale du rayon cathodique n'a d'importance que tant que dure son mouvement entre les plaques de déviation. Quand le rayon a quitté le champ de déviation M, il continue en ligne droite vers l'écran F. Dans ce cas, il ne peut se produire d'erreur que si la phase du voltage alternatif sur les plaques varie, ce qui modifie le champ pendant que le rayon cathodique le traverse (longueur des plaques : 3^{cm}). Sur le tableau, sous la lettre M, on a indiqué le changement de phase du voltage alternatif pendant le trajet entre M et F. Si l'on admet que la valeur maxima de la courbe pendant un centième de période se confond avec la courbe vraie, le tableau montre qu'on peut mesurer une longueur d'onde de 100^m avec des rayons de 220 volts et une longueur d'onde de 10^m avec des rayons de 23.000 volts.

Puisque l'excitation d'oscillations non amorties d'une longueur d'onde égale à 10^m et la production d'une énergie parfaite soulèvent des difficultés d'ordre pratique, on peut admettre qu'avec cette méthode, les voltages faciles à obtenir, de l'ordre 240-440, sont suffisants. Pour arriver à l'exactitude en question, il est toute-fois nécessaire que la largeur de la fente Sp ne dépasse pas $\frac{1}{100}$ de la circonférence décrite sur l'écran S par le rayon. On peut obtenir d'excellents résultats avec une fente large de 1^{mm} et un cercle de 30^{cm} sur l'écran S , ce qui correspond à $\frac{1}{300}$ de période.

Les rayons de 220 volts offrent cet avantage de permettre l'utilisation de voltages modérés sur les plaques de déviation M . Pour une déviation maxima de 5^{cm} à partir du zéro et une distance de 2^{cm} entre les plaques M avec une longueur de 3^{cm} , un voltage de 79,2 est nécessaire (distance $M - F = 17^{cm}$), il faut 1 V 59 pour une déviation de 1^{mm} . On peut facilement accroître la valeur du voltage nécessaire en augmentant la distance qui sépare les plaques M . Au moyen d'un voltage constant, on peut, naturellement, graduer à l'avance l'appareil de mesure M .

Petit moteur à courant continu utilisant des lampes thermioniques au lieu de contact (*The Electrician*, juin 1919). — Dans les laboratoires de physique, spécialement dans ceux où sont étudiées les ondes électriques et les oscillations, il se produit des cas où une roue ou un disque doivent être actionnés rapidement sous une faible charge et en évitant absolument la production d'étincelles qui a lieu dans le meilleur moteur à courant continu. En pareils cas, on peut se servir d'un moteur à champ magnétique tournant si l'on dispose de courant alternatif, mais souvent on n'a pas ce dernier sous la main. Nous allons donc décrire ici un petit moteur absolument sans étincelles qui peut être actionné par une source de courant continu, telle que celle utilisée pour l'éclairage. En dehors de l'application à laquelle il vient d'être fait allusion, ce nouveau moteur peut être employé pour maintenir en mouvement des gyrostats, pour actionner des stroboscopes, etc.

Le moteur est une application de la lampe à 3 électrodes, bien connue actuellement. Dans les lampes de ce genre, on trouve un filament incandescent *F* jouant le rôle de cathode, un disque ou cylindre *P* qui fonctionne comme anode et une grille *G* comme électrode de



commande. Une force électro-motrice constante est appliquée entre le filament *F* et l'anode *P* et fait qu'un courant ininterrompu d'électrons passe du filament à l'anode à travers le vide. Quand un voltage est appliqué entre le filament et la grille, le courant de l'anode augmente si la grille est rendue positive par rapport au filament, et il diminue si la grille est rendue négative. N'importe quelle borne du filament peut être prise comme zéro du potentiel, mais il est d'usage de prendre la borne négative. Par exemple, dans les petits tubes utilisés pour ce moteur, le courant de l'anode peut être d'environ 1,5 milliampère si la grille est au même potentiel que la borne négative du filament de 2,5 milliampères quand la grille est à + 5 volts et 0,4 milliampère quand la grille est à — 5 volts. Le courant traversant la grille est, dans le premier cas, de 150 microampères et dans le second de zéro. Si un voltage alternatif est appliqué à la grille, un courant alternatif apparaît dans le circuit de l'anode, et se superpose au courant qui circule dans l'état de repos. Ce courant alternatif est capable de produire un travail, et la puissance ainsi disponible est de beaucoup supérieure à celle dépensée dans le circuit de grille.

Dans le moteur en question, la partie tournante du moteur porte un certain nombre de dents de fer, défilant devant un électro-aimant relié au circuit de grille de la lampe ionique et ces dents produisent dans les enroulements de l'électro-aimant une force électromotrice alternative qui est appliquée à la grille. Le courant alternatif qui en résulte dans le circuit de plaque est envoyé à travers un second électro-aimant relié à ce circuit et placé également près du rotor. Sa position par rapport au premier électro-aimant et aux dents est telle que le courant alternatif qui le parcourt tend à accélérer le mouvement du rotor. En peu de mots, nous pouvons dire que le passage d'une dent de fer devant l'aimant de contrôle applique à la grille une force électromotrice qui produit dans le second électro-aimant un courant dont la direction est telle qu'il attire les dents qui s'en approchent. En conséquence, la rotation du rotor augmente jusqu'à ce que le frottement ou d'autres causes absorbent toute l'énergie qui se dégage de la batterie dans le circuit de l'anode.

Naturellement, un moteur construit d'après ces principes peut prendre plusieurs formes différentes. Dans celui reproduit schématiquement sur la figure, le rotor est un disque d'ébonite horizontal de 12^{cm} de diamètre monté sur un arbre vertical, les électro-aimants ont la forme des aimants polarisés d'une paire de récepteurs téléphoniques Brown de 4.000 ohms. Le nombre des dents de fer est de douze : elles sont fixées à égale distance sur le bord du disque d'ébonite.

Téléphonie et télégraphie multiplex à haute fréquence par conducteurs (*E. T. Z.*, février 1920). — La radiocommunication est supérieure à la télégraphie et à la téléphonie par fils parce qu'elle n'exige aucun conducteur et par suite aucune station fixe. Cependant, on aurait tort de la placer, par principe, au-dessus de la télégraphie par fils. Les installations ordinaires se prêtent à des accroissements de trafic parfois considérables, ce en quoi elles apparaissent foncièrement supérieures aux installations radiotélégraphiques. L'emploi de conducteurs entraîne la possibilité d'échanger simultanément entre deux postes plusieurs communications. A ce point de vue, le trafic par fils s'est beaucoup développé au cours

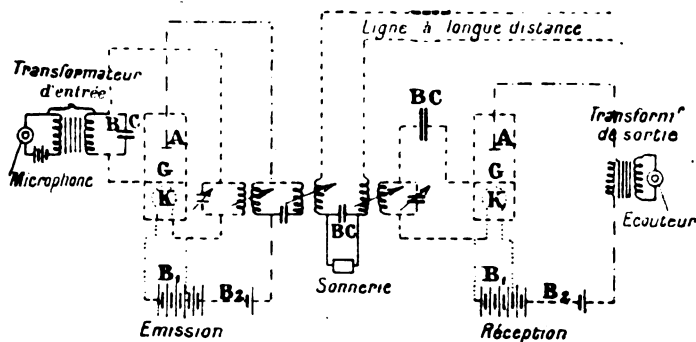
des dernières années, grâce à l'utilisation des courants alternatifs de haute fréquence. En raison de l'encombrement extraordinaire dont souffrent actuellement nos réseaux, ce progrès est d'une importance économique capitale, d'autant plus qu'il en est arrivé à un point tel que son application pratique ne soulèvera plus, semble-t-il, aucune difficulté insurmontable.

Les auteurs du travail qui nous occupe donnent un aperçu de l'évolution d'un système de téléphonie et télégraphie multiplex qui, dans un but militaire, avait été déjà complètement élaboré avant l'armistice et qui depuis fut développé pour répondre aux besoins de l'Administration des postes et des chemins de fer. La première partie de l'ouvrage traite spécialement de la téléphonie multiplex à haute fréquence. Aussi bien en téléphonie qu'en télégraphie, la nature de la source d'énergie est essentielle pour l'installation du système et déterminante pour le genre de connexions. Pour produire les courants à haute fréquence Fassbender et Habann se servent de tubes à vide avec accouplement des circuits.

Les caractéristiques du montage des premiers appareils téléphoniques militaires sont les suivantes : le circuit de plaque, aussi bien que le circuit de grille du transmetteur (voir fig.) sont accordés sur la longueur d'onde. Le microphone est placé dans le circuit de grille par l'intermédiaire d'un transformateur d'entrée qui réalise, pour le tube donné et le microphone donné, l'accord entre les résistances intérieure et extérieure. La résistance inductive du transformateur est shuntée par une capacité BC suffisamment grande, qui ne modifie pas l'accord du circuit de grille. La ligne à longue distance est couplée inductivement avec le transmetteur et le récepteur ; elle renferme la sonnerie d'appel (pour basse fréquence), shuntée par un condensateur. Le récepteur (audion) possède un circuit de grille accordable ; l'écouteur (de même que le microphone dans le transmetteur) est placé dans le circuit de plaque par l'intermédiaire d'un transformateur de sortie.

Dès le mois d'août 1918, avec ce montage, le grand quartier général de l'armée effectuait des essais, avec six appareils à haute fréquence et deux appareils à basse fréquence sur un même conducteur. Avec 1 watt on put, en trafic continu, franchir une distance de 110^{km} sans se servir d'amplificateurs.

Pour le trafic territorial, les Deutschen Telephon-Werken ont construit un appareil ayant un montage analogue. La longueur d'onde est de 2.000 mètres environ ; l'énergie, de 0^w, 3 environ. Le transfor-



Montage dans le cas de la téléphonie multiplex à haute fréquence.

mateurs d'entrée est dans le circuit de plaque. Du côté de la transmission, les courants de conversation sont amplifiés à l'aide d'un amplificateur à basse fréquence avant d'arriver au transformateur d'entrée. En outre, par l'emploi de potentiomètres, on obtient que les courants de conversation déclenchent les courants à haute fréquence, procédé d'un grand intérêt pratique parce qu'il empêche la production des courants interférentiels de plusieurs lampes dans le même conducteur.

L'emploi d'appareils à haute fréquence sur les réseaux urbains implique nécessairement l'utilisation de courants à basse fréquence entre les abonnés et le central, tandis que la haute fréquence reste limitée aux liaisons beaucoup plus chargées entre les bureaux. Les raccordements d'abonnés ne sont, en général, garnis que simplement. Les appareils à haute fréquence se trouvent donc dans les bureaux auxquels incombe aussi leur entretien. Les appareils des abonnés sont établis d'une façon parfaitement normale. On peut augmenter le nombre des abonnés et celui des appareils à haute fréquence qu'il est possible d'installer au poste central.

Le montage de ces appareils est analogue à celui qui a été décrit plus haut. La construction ne prévoit pourtant qu'un seul tube, qui sert à la fois à la transmission et à la réception. En outre, le dispo-

sitif d'appel peut être actionné par la haute fréquence, de telle sorte que l'appel ne soit entendu que par les postes qui sont accordés sur l'onde d'appel.

La deuxième partie du travail traite de la télégraphie multiplex. Ici, contrairement à ce qui a lieu pour la téléphonie, les systèmes amorti et non amorti sont possibles. Il n'est question que d'appareils non amortis. La réception se fait par battements. Comme les pertes d'énergie sur le conducteur sont insignifiantes, il est possible, à la réception, d'utiliser le transmetteur lui-même comme hétérodyne. De plus, l'énergie transmise est si faible qu'il est possible de laisser en permanence dans le circuit le dispositif de réception. De cette façon, l'exploitation devient tout à fait analogue à l'exploitation par courant continu.

L'agencement est, mutatis mutandis, le même que pour la téléphonie. La longueur d'onde est comprise entre 600 et 1.800 mètres. Ici encore, on peut utiliser le courant de haute fréquence pour actionner la sonnerie d'appel. *Avec des appareils de ce genre, et en employant des lampes hétérodynes avec une énergie de 0^w, 03, on échangea, en mars 1919, des communications entre Berlin et Weimar. Le conducteur était un fil de cuivre de 5 millimètres.*

Les appareils peuvent servir à la réception auditive et à la réception imprimée ; dans ce dernier cas, il est indispensable d'utiliser des tubes redresseurs et des relais. Les uns et les autres sont influencés aussi par des battements dont la fréquence dépasse l'échelle physiologique, ce qui fait que l'accord devient mauvais dans le cas de la réception imprimée et qu'il se produit par suite, des troubles mutuels. On obvie à cet inconvénient soit au moyen de transformateurs acoustiques spéciaux qui ne laissent passer que les courants à fréquence audible, soit au moyen de relais accordés. On peut utiliser, à cette fin, les transformateurs pendulaires bien connus. Les troubles causés par les longueurs d'onde supérieures qui se produisent dans le cas de la réception auditive, n'existent pas avec la réception imprimée avec relais. Pour des longueurs d'onde comprises entre 3.000 et 4.000 mètres, la portée est d'environ 200^{km} avec la réception imprimée.

Il est possible de se servir d'appareils à haute fréquence concurremment avec des appareils Hughes ou des appareils rapides Siemens travaillant avec des bandes perforées automatiquement.

Dans la pratique, qu'il s'agisse de la télégraphie ou de la téléphonie, il faut tenir compte des considérations suivantes : un accroissement d'énergie au départ et un abaissement correspondant de la sensibilité du récepteur diminuent les chances de production de dérangements dus à une cause extérieure. Avec la haute fréquence, des dérangements par mélange de conversation peuvent aussi se produire sur des conducteurs étrangers, par induction électrostatique. Ici, la transposition des conducteurs est inefficace. Aussi faut-il recourir à des constructions spéciales de câble. Sur les lignes longues, en raison de leur affaiblissement, on dispose des amplificateurs à haute fréquence.

Pour finir, les auteurs fournissent encore des données sur le montage des amplificateurs téléphoniques, sur le choix des longueurs d'ondes les plus favorables, ainsi que sur l'emploi des amplificateurs à haute fréquence.

Résultats obtenus par l'emploi de « filtres » sur les lignes parcourues par des courants alternatifs non sinusoïdaux (*E. T. Z.*, août 1919). — Pour empêcher les harmoniques du courant principal émis par un transmetteur d'arriver sur le conducteur, on peut intercaler devant ce transmetteur une « chaîne de réactance » ou « filtre » (fig. 1). La fréquence limite (la fréquence propre de l'élément de chaîne) est :

$$f_0 = \frac{2}{2\pi\sqrt{LC}}$$

La chaîne possède la propriété de barrer le passage à tous les courants alternatifs dont la fréquence dépasse sa fréquence limite.

La fig. 2 montre de quelle manière parfaite la chaîne opère quand elle est calculée correctement ; cette figure se rapporte à une chaîne à deux éléments comme celle que nous avons utilisée avec nos transmetteurs d'oscillations. La courbe supérieure représente la tension non sinusoïdale en avant de la chaîne, la courbe inférieure la tension derrière elle. Les courbes que l'on voit sur la fig. 3 sont peut-être encore plus instructives ; elles montrent comment

*

agit la chaîne selon la fréquence. Les nombres η représentent le rapport entre la fréquence fondamentale de l'onde envoyée et la fréquence limite de la chaîne employée. La courbe supérieure représente la tension développée par la génératrice des courants alter-

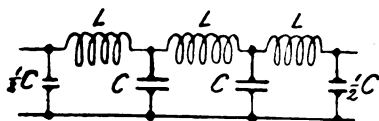


Fig. 1.

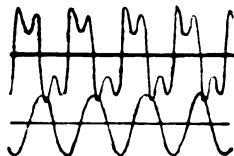


Fig. 2.

natifs et qui, en outre de l'oscillation fondamentale, renferme une oscillation supérieure distincte de triple fréquence. La courbe inférieure représente toujours la tension derrière la chaîne. La courbe que l'on voit sur la première figure a été fournie par une chaîne dont la fréquence propre était presque 10 fois plus grande que la fréquence en service. Cette chaîne laissait passer également l'oscillation fondamentale et le 3^e harmonique.

On a progressivement abaissé la fréquence limite de la chaîne pour prendre les photographies suivantes : on voit que l'harmonique

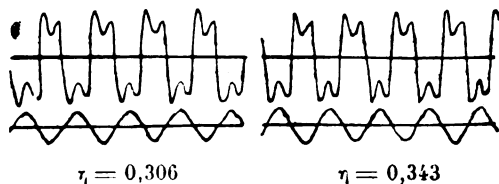
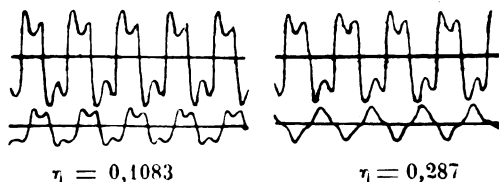


Fig. 3.

supérieur était de plus en plus étouffé. Pour la dernière photo, la fréquence limite était presque en-dessous de la fréquence du 3^e harmonique : par suite, celui-ci devait, d'après la théorie, dispa-

raître pratiquement tout à fait. La courbe montre qu'il en fut ainsi.

Pour être certain que la chaîne de réactance éliminera toutes les oscillations supérieures, il faudra choisir sa fréquence limite « f_0 » entre la fréquence en service « f » et la fréquence « $2f$ » de la plus basse oscillation supérieure (celle du 2^e harmonique) : pratiquement, il faudra choisir :

$$f_0 = 1,5 f \text{ environ.}$$

Filtres accordés sur une seule fréquence. — On peut construire des chaînes en filtres qui jouissent de la propriété d'arrêter également les courants de fréquence supérieure et inférieure à une fréquence donnée.

On fait usage de telles chaînes dans la téléphonie multiplex à la réception.

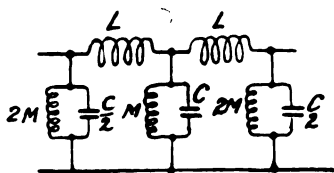


Fig. 4.

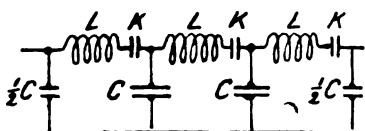


Fig. 5.

Nous donnons sur les fig. 4 et 5, les deux montages les plus simples. C'est le dernier que nous avons employé au cours de nos essais. Je ne m'occuperai pas ici de la théorie de ces chaînes. Il nous suffit pour l'instant de connaître leur propriété comme filtre de fréquence, c'est-à-dire qu'elles ne laissent passer que les courants qui ont une fréquence déterminée, tandis qu'elles éliminent tous les autres courants. On reconnaît cela facilement à la courbe d'amortissement de cette chaîne.

Dans le cas de la fig. 4,

$$f_1 = \frac{1}{2 \pi \sqrt{M C}}$$

et dans le cas de la fig. 5,

$$f_1 = \frac{1}{2 \pi \sqrt{L K}}$$

La largeur de l'intervalle perméable dans la zone de fréquence f dépend du rapport $\frac{M}{L}$ ou $\frac{K}{C}$ suivant le cas. Plus ce nombre est petit, plus l'intervalle est étroit. Pour la courbe d'amortissement d'un filtre que nous avons employé :

$$\frac{K}{C} = 0,0625.$$

Il est facile, grâce à des chaines tamisantes de cette espèce, de faire la sélection de n'importe quel harmonique supérieur dont on aurait besoin dans la courbe d'un courant alternatif non sinusoïdal.

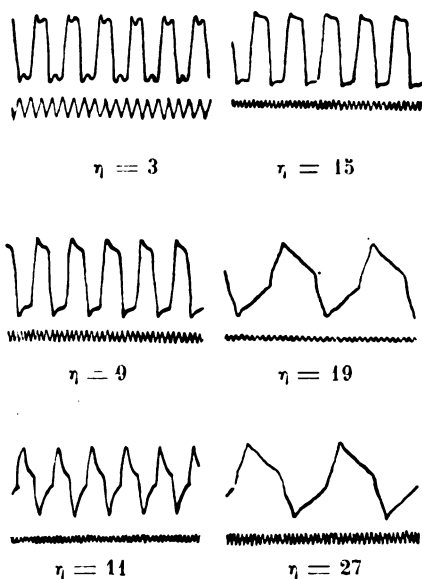


Fig. 6.

Les oscillogrammes de la fig. 6 en sont la preuve. Sur chacune des 6 photographies, la courbe supérieure représente la tension non sinusoïdale appliquée au filtre, la courbe inférieure, l'harmonique tamisé. Par le réglage du tamis on a pu isoler les 3^e, 9^e, 11^e, 15^e, 19^e ou 27^e harmonique. Ce dernier était si faible qu'il ne devint perceptible que grâce à la mise en circuit derrière le tamis d'un tube amplificateur. Cet essai démontre d'une façon péremptoire la perfection du filtrage.

Emploi de l'aluminium en télégraphie et en téléphonie.

— Communication du service d'études du Reichspostamt (*E. T. Z.*, février 1920). — Résumé : Pendant la guerre, on a examiné la possibilité d'employer l'aluminium en télégraphie et en téléphonie. Son emploi comme conducteur pour câbles soulevait certaines difficultés d'épissage; l'expérience prouva que les épissures produisaient des résistances qui pouvaient s'élever à 10 ohms, mais qui avaient une tendance marquée à décroître. En utilisant des manchons de serrage, les résistances étaient beaucoup plus petites. Les recherches faites en vue d'employer l'aluminium sous forme de plaques conductrices dans les salles de machines et d'accumulateurs, donnèrent de bons résultats. Plus tard, on remplaça, dans les condensateurs à papier, la feuille d'étain par une feuille d'aluminium; en raison de la très bonne conductibilité de l'aluminium, ces condensateurs n'avaient qu'un angle de perte très petit; il faudra se livrer à de nouvelles études pour reconnaître si cet avantage ne sera pas balancé par une diminution de la durée en service. Les valeurs communiquées à ce propos prouvent à nouveau l'importance de la disposition des couches dans ces condensateurs.

*
**

En raison de la pénurie de métaux pendant la guerre, l'administration des télégraphes de l'Empire fut conduite à rechercher s'il lui serait possible, et jusqu'à quel point, de remplacer par d'autres les « métaux économiques » qu'elle employait habituellement. Elle étudia tout d'abord l'aluminium parce qu'il prend rang immédiatement derrière le cuivre sur la liste des métaux bons conducteurs. Nous allons résumer ces essais ici : la question est de quelque intérêt, car à l'avenir, le cuivre continuera d'être rare et aussi parce que plusieurs des résultats obtenus ont, au point de vue général, une importance particulière.

L'emploi de l'aluminium comme conducteur soulève deux objections principales qui sont basées sur ce fait qu'il est facilement oxydable : 1° il est plus sensible aux variations de température que le cuivre ; 2° la confection des ligatures est beaucoup plus difficile.

Pour étudier l'influence de ces variations, il faut naturellement un temps de mise en service assez long. C'est pourquoi nous ne nous appesantirons pas sur ce point particulier. Toutefois, d'après les résultats acquis aujourd'hui, nous pouvons dire que la résistance aux intempéries n'est pas un facteur aussi important que d'aucuns le croient (1).

Diverses propositions ont été faites au sujet du raccordement des conducteurs en aluminium. La plus simple est encore la soudure au blanc soudant. Dans tous les cas, il faut procéder avec soin, pour ne pas fondre complètement les fils d'aluminium qui, dans les câbles, sont relativement ténus. C'est pourquoi jusqu'ici, on a toujours, dans la pratique, utilisé des procédés mécaniques d'épissage. Pour déterminer les résistances intermédiaires ainsi produites, on procéda aux essais suivants : On réunit plusieurs chutes de fils d'aluminium d'un diamètre variant entre 0^{mm}, 6 et 0^{mm}, 8. On fit passer dans les ligatures ainsi obtenues un courant continu qu'on pouvait augmenter peu à peu ; on mesura, aux points de jonction, l'intensité du courant et la chute de tension. Le rapport entre ces deux valeurs donnait la résistance de passage. On reconnut que dans les cas de courants faibles, la résistance variait entre 1 et 10 ohms ; cette valeur restait sensiblement constante si ultérieurement, on augmentait l'intensité du courant. Mais, si l'on poussait cette augmentation jusqu'à avoir, pour la chute de tension, une valeur approximative de 0 V, 2, on voyait diminuer la résistance de passage, au point que la tension demeurait constante ou même diminuait légèrement. En prolongeant la durée de passage du courant, la résistance recommençait à décroître ; de même, lorsqu'on secouait mécaniquement les épissures ou lorsqu'on inversait le courant. On pouvait également obtenir cette valeur minimum de la résistance de passage, si l'on diminuait à nouveau l'intensité du courant employé. Des épissures de ce genre furent mesurées à l'aide du pont de Thompson ; avec 1/2 ampère, on obtint des résultats

(1) Lorsqu'on emploie des fils aériens en aluminium, on rencontre un autre inconvénient qui provient de ce qu'ils sont plus sensibles à l'effort du vent en raison de leur faible poids et de leur plus fort calibre.

variant entre 0,01 et 0,1 ohm. On peut résumer les résultats de ces recherches de la manière suivante : Dans le cas de raccords effectués sous forme de ligatures, il peut se produire, lorsque l'intensité du courant est faible, des résistances de passage de l'ordre de 1 à 10 ohms ; dans la pratique, elles seront sensiblement réduites, par suite des secousses mécaniques ou électriques qui se produisent constamment ; la chute de tension dans le raccord n'est jamais supérieure à 0 V, 2. On obtint des résultats sensiblement meilleurs en se servant de manchons de serrage. Comme il n'en existait pas en aluminium, on eut recours à des manchons en cuivre nickelés ; ainsi conditionnées, les épissures n'offraient plus qu'une résistance de 0,002 ohm au maximum. Toutes les épissures exposées pendant un temps assez long à l'influence des variations de température parurent ne rien perdre de leurs qualités électriques même lorsque, dans ce cas, les conducteurs aériens en aluminium laissaient paraître des traces évidentes de corrosion.

Des expériences du même genre furent faites avec des plaques d'aluminium. A l'aide d'un boulon en laiton, on réunit deux plaques ayant une section de 4 cm. sur 1/2 cm. ; la résistance d'une telle connexion était si faible qu'elle n'était pas mesurable, même après un séjour de huit jours dans l'eau. A la suite de ces expériences, on remplaça plusieurs plaques de cuivre par des plaques d'aluminium dans les salles de machines et d'accumulateurs d'un bureau. Pour protéger les plaques contre les vapeurs des acides, on les recouvrait d'une mince couche de vaseline. Mises en observation pendant deux ans et demi, ces plaques ne furent l'objet d'aucune altération digne de retenir l'attention. A l'expiration de ce laps de temps, on retira les plaques, on ne trouva aucune résistance appréciable entre des plaques posées l'une sur l'autre. Il résulte de ces études que l'on peut parfaitement employer l'aluminium en place du cuivre lorsqu'il s'agit de remplacer des plaques conductrices.

A côté de ces essais, qui tendaient à la substitution de l'aluminium au cuivre, on effectua des recherches pour s'assurer si l'on pouvait utiliser l'aluminium comme armature dans les condensateurs téléphoniques. Ces condensateurs, on le sait, se composent, jusqu'aujourd'hui, de deux minces feuilles d'étain qu'on enroule après

les avoir séparées par une feuille de papier. On rencontrera certaines difficultés si l'on veut utiliser l'aluminium de cette façon, pour la raison que ce métal ne peut être réduit en feuilles minces aussi facilement que l'étain, et que les dimensions extérieures des condensateurs ne sauraient être augmentées sans entraîner un accroissement de l'encombrement dans les appareils et par suite dans les bureaux. Certaines firmes ont pourtant réussi à vaincre ces difficultés en construisant des condensateurs à feuilles d'aluminium de 2^{me} F, facilement logeables dans les appareils existants.

Le tableau ci-contre représente les valeurs de la capacité K et de l'angle de perte δ mesurées à l'aide d'un pont à courant alternatif, sur six condensateurs de modèles différents montés ensemble. Les en-têtes des colonnes indiquent si les condensateurs comprenaient une ou deux couches et à quel point de la feuille la connexion était établie; on verra, d'après les données théoriques exposées ci-après, que cette diversité de construction a une grande importance au point de vue du fonctionnement des condensateurs. On sait que l'on peut considérer comme de vrais conducteurs les condensateurs de ce genre dont les armatures se présentent sous forme de bandes, car on peut leur appliquer les équations connues ci-dessous :

$$V a = \cos \gamma V e + z \sin \gamma J e$$

$$J a = \cos \gamma J e + \frac{1}{Z} \sin \gamma V e$$

Comme, en fin de compte, le courant est nul, on en tire :

$$\frac{1}{\omega K (\operatorname{tg} \delta + i)} = \frac{V a}{J a} = Z \operatorname{ctg} \gamma$$

où K est la capacité apparente du condensateur et δ son angle de perte. Si l'on appelle R la résistance des armatures, C leur capacité et δ l'angle de perte dû à la présence de la feuille de papier, les valeurs de Z et de γ seront données par les égalités suivantes :

$$Z^2 = \frac{R}{\omega C (\operatorname{tg} \delta + i)}, \quad \gamma^2 = R \omega C (\operatorname{tg} \delta + i)$$

car on peut négliger la self-induction d'un tel dispositif

Fréquence.	Feuille de zinc								Feuille d'aluminium			
	Une couche — Connexion au bout.				Deux couches — Connexion au bout.				Une couche — Connexion à 1/10 de la longueur en partant du bout.			
	K	tg δ	K	tg δ	K	tg δ	K	tg δ	K	tg δ	K	tg δ
3000	2,403	0,108	2,178	0,0387	1,994	0,0221	2,334	0,0153	2,056	0,0145	2,053	0,0086
5000	2,043	0,139	2,164	0,0570	1,986	0,0325	2,324	0,0175	2,050	0,0185	2,048	0,0094
10000	1,930	0,198	2,131	0,1050	1,975	0,0574	2,313	0,0230	2,040	0,0260	2,043	0,0112
30000	1,598	0,420	1,970	0,2670	1,930	0,1548	2,336	0,0420	2,030	0,0552	2,047	0,0189

Si $R \omega C$ est petit par rapport à 1, on peut, d'après le premier membre, retrancher la série pour $\text{ctg } \gamma$; alors :

$$\frac{1}{\omega K (\text{tg } \delta + i)} = \frac{1}{\omega C (\text{tg } \delta + i)} + \frac{R}{3}.$$

Dans ce cas, l'ensemble du condensateur se présente sous la forme d'un condensateur de capacité C , ayant un angle de perte δ dans lequel on intercale une résistance de l'ordre $\frac{R}{3}$. Plus la résistance des armatures entre le point de connexion et les bouts est grande, plus l'angle de perte du condensateur achevé sera grand. Le tableau ci-dessus confirme en tout point ces déductions; on y voit que, de couche en couche, les résistances des armatures vont en décroissant, d'abord, comme conséquence d'une meilleure disposition des couches, et ensuite en raison de ce que les feuilles d'aluminium employées sont plus épaisses et meilleures conductrices; les angles de perte décroissent dans la même proportion (1). La formule ci-dessus montre en outre comment la capacité dépend de la fréquence; supposons qu'on ait : $C = 2 \mu F$; $R = 20$ ohms (dans les premiers condensateurs, la résistance des armatures atteignait cette valeur) et $\delta = 0$, on obtiendra, en appliquant rigoureusement la formule, les valeurs suivantes :

ω	K	$\text{tg } \delta$
3.000	1,996	0,0340
5.000	1,989	0,0666
10.000	1,958	0,1327
30.000	1,689	0,3842

Les valeurs mesurées dans le premier condensateur approchent

(1) Il est certain que les différences dans les angles de perte proviennent également en partie de la diversité des diélectriques; on a vu qu'il en était ainsi réellement en mesurant les résistances des armatures sur des condensateurs séparés.

de celle-ci ; le léger écart provient de ce qu'on n'avait pas tenu compte de la grandeur δ qui, dans le cas de condensateur déjà vieux, devait vraisemblablement être un facteur important.

En résumé : le remplacement de l'étain par l'aluminium dans les condensateurs téléphoniques réduit considérablement l'angle de perte ; par contre, l'expérience a démontré une fois de plus combien il était important de disposer les couches convenablement en choisissant judicieusement le point de raccordement. Bien qu'une forte diminution de l'angle de perte soit d'une grande importance en téléphonie, on ne peut encore se prononcer d'une façon définitive sur la valeur des condensateurs en aluminium, car, d'autre part, la durée en service est, elle-même, d'une importance capitale. Des recherches commencées dans ce but ne sont pas encore achevées.

INFORMATIONS ET VARIÉTÉS

Télégraphie et Téléphonie en Angleterre. — M. ILLINGWORTH, Postmaster General, fait connaître qu'en 1919, l'administration a reçu 94.300 demandes d'abonnement. Le nombre des nouvelles installations terminées s'est élevé à 61.987, non compris les postes officiels. — Pour compléter les installations en service et effectuer les nouvelles, il a fallu 103.686 appareils. Les retards, dans certains districts, sont dus principalement à l'insuffisance des circuits disponibles sur les câbles souterrains ou au manque de places libres sur les tableaux, et à la difficulté qu'éprouvent les entrepreneurs à se procurer, en quantités suffisantes, tout le matériel nécessaire.

Limitation de la téléphonie automatique. — Un récent exposé du Postmaster General a dû produire une pénible impression sur tous ceux qui espéraient voir la téléphonie automatique se développer en Angleterre. C'est manifestement pour des raisons d'économie qu'on s'est décidé à ne pas répandre davantage ce mode de communication, car, dans un central automatique où il existe un grand nombre de circuits interurbains et de lignes de raccordement, il est nécessaire de conserver un personnel assez important ; d'autre part, les frais d'installation sont aujourd'hui considérables. On peut se plaire à constater qu'un département ministériel réalise une économie appréciable, mais on s'attriste à l'idée qu'une entreprise récente est enrayée pour des raisons telles que celles qui sont mises en avant. — Elles fournissent un nouvel exemple de ces arguments captieux qui donnent l'impression qu'un grand progrès a été réalisé alors qu'en définitive il n'en est rien. — Le rapport annuel de l'*Automatic Telephone Manufacturing Company* (entreprise qui ne peut vivre que grâce au Post Office), éclaire un autre côté de la question. — En raison du temps d'arrêt que va marquer la téléphonie automatique, cette compagnie ne pourra joindre les deux bouts à la fin de l'année ; un projet de réorganisation est à l'étude. — Le rap-

port de la *British Insulated and Helsby Cables Ltd*, confirme que le Post Office a renoncé, au moins provisoirement, à développer la téléphonie automatique. — C'est un des inconvénients du monopole. Il est possible que le Post Office ait de bonnes raisons pour adopter ce parti, mais de pareils changements de principes ont, qu'on le veuille ou non, des effets désastreux. En outre, on paraît avoir oublié qu'un système nouveau ne saurait être sérieusement éprouvé si l'on n'y consacre des sommes parfois considérables. — Exiger qu'il rapporte dès l'abord, c'est se montrer déraisonnable. — Il faut semer pour récolter.

Emploi de relais téléphoniques à la Nouvelle Ecosse. —

En janvier dernier, la *New England Telephone Co* a établi une liaison téléphonique directe entre Halifax d'une part et New-York et plusieurs villes américaines d'autre part ; et, par l'intermédiaire de diverses compagnies du Bell system, il est maintenant possible, à toute personne se trouvant dans la capitale de la Nouvelle Ecosse, d'échanger directement des conversations téléphoniques avec les villes situées sur la côte du Pacifique. — Des communications ont déjà été réellement échangées entre Halifax et Savannah (Géorgie), et entre Halifax et Chicago, à des distances de 2000 milles (3.220 km.).

Avant la guerre, Halifax ne pouvait correspondre avec Montréal que si un poste intermédiaire répétait le message ; les lignes ayant été aménagées en conséquence et des relais téléphoniques y ayant été intercalés, Halifax est relié aujourd'hui au réseau américain à longue distance. Ces relais ont été installés à Halifax par la *Maritime Telephone Co*, à Moncton (N. B.) par la *New Brunswick Telephone Co* et à Bangor (Maine) par la *New England Telephone Co*.

En enregistrant ces résultats, le bulletin de la *Marine Telegraph and Telephone Co Ltd* d'Halifax dit : « Ce relais d'Halifax sert à deux fins : 1° il permet d'atteindre toutes les villes de la Nouvelle Ecosse par une transmission à portée commerciale ; 2° il place la Nouvelle Ecosse sur la carte téléphonique, et relie notre réseau à ceux du Nouveau Brunswick, de la Nouvelle Angleterre et de la Compagnie canadienne Bell. Dans la deuxième quinzaine de septembre

1919, un échange satisfaisant de messages a pu avoir lieu entre Yarmouth et Boston, Halifax et Toronto, Halifax et Bridgeport (Connecticut), etc. La mise en service de ce relais marque une étape du progrès. Le premier service à longue distance a été établi en 1887, entre Halifax, Truro, New Glasgow et Amherst. Depuis lors, une série de perfectionnements a permis d'échanger des communications téléphoniques avec tous les points importants de la Nouvelle Écosse. »

Relais « Orling Jet ». — La *Commission des Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones* a reçu de M. Axel Orling la lettre suivante :

« Nous constatons qu'une faute d'impression s'est glissée dans l'excellente description du relais « Orling Jet » donnée dans le numéro des *Annales* de mars 1920.

« Elle a été commise page 66, où l'accroissement de vitesse attribué au relais « Jet » est indiqué comme ayant la valeur de 25 % ; il aurait fallu, en réalité, mentionner une augmentation de 125 % . »

BIBLIOGRAPHIE

Télégraphie multiple. — Le système de télégraphie Baudot et ses applications, par P. MERCY, Contrôleur chargé des cours théoriques et de la surveillance des installations Baudot au poste central télégraphique de Paris. 2^e édition, revue, corrigée et augmentée. Un volume 14 × 22 de 474 pages, avec 220 figures. Dunod, éditeur, 47 et 49, quai des Grands-Augustins, Paris, VI^e. Prix (majoration comprise) : 21 francs.

Ce livre s'adresse aux personnes désireuses d'acquérir des notions précises sur l'appareil Baudot et, plus spécialement, aux élèves dirigeants.

Il est divisé en trois parties :

Dans la première sont étudiés : le principe général du système et les différents organes employés dans une installation double, triple ou quadruple.

La seconde partie est consacrée aux réglages et dérangements.

La troisième partie traite des types particuliers d'installations : installations pour communications échelonnées (nouveau modèle), translations tournantes, translations par retransmetteurs et installations pour lignes souterraines.

Un chapitre est consacré à l'adaptation du Baudot à l'exploitation des lignes sous-marines, soit par le système de transmission de P. Picard, soit par les dispositifs de décharge ; un autre, à la méthode de transmission duplex.

L'exposition claire et méthodique de ces différentes parties, dans lesquelles l'auteur ne craint pas de partir du domaine tout à fait élémentaire, sa compétence et sa longue pratique des appareils font de ce livre un guide précieux pour les agents baudotistes.

BREVETS D'INVENTIONS ⁽¹⁾

- 20.952 Perfectionnement aux magnétos pour appels téléphoniques. — M. Jean-Baptiste NABÈRES. — France.
- 495.915 Dispositif de réception supprimant les antennes usuelles dans les postes de télégraphie ou de téléphonie sans fil. — SOCIÉTÉ FRANÇAISE RADIO-ÉLECTRIQUE. — France.
- On peut recevoir des émissions de télégraphie ou de téléphonie sans fil avec des cadres fermés, dont l'emploi est combiné avec celui d'un système de détection particulièrement sensible, par exemple des amplificateurs à haute ou basse fréquence. Mais un cadre à nombre de spires donné n'est pas également adapté pour la réception de longueurs d'ondes notablement différentes. Ce nombre doit être d'autant moindre que la longueur d'onde reçue est plus courte.
- On peut établir des cadres dans lesquels les spires constituent différents groupes qui peuvent être couplés, soit en série, soit en parallèle.
- On améliore encore le fonctionnement d'un cadre pour la réception des petites longueurs d'ondes en distribuant des capacités intercalaires dans les spires du cadre de façon à réduire sa longueur d'onde propre. De ce fait, la capacité que l'on doit placer en série avec le cadre pour obtenir l'accord reste appréciable.
- 495.960 Perfectionnements aux appareils récepteurs pour la télégraphie sans fil. — M. Alexandro ARTOM. — Italie.
- 496.118 Perfectionnements aux spinthéromètres employés dans la télégraphie sans fil. — M. Algeri MARINO. — Italie.
- 498.665 Procédé de signalisation au moyen de lumière polarisée. — M. Grefory BRODSKY. — Angleterre.
- 498.865 Perfectionnements à la télégraphie et aux appareils employés à cet usage. — M. Algernon CLEMENT FULLER. — Angleterre.
- 498.940 Perfectionnements à la télégraphie et à la téléphonie sans fil. — Société dite : MARCONI'S WIRELESS TELEGRAPH CO. — Angleterre.

Dans le but de diriger les ondes dans une direction déterminée, ou de limiter la réception aux ondes venant d'une direction donnée, on

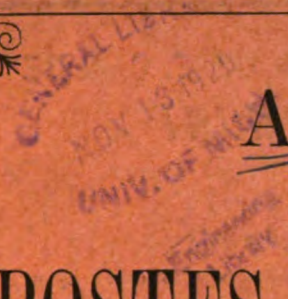
(1) Les descriptions, notices et dessins relatifs aux brevets sont en vente à l'Imprimerie Nationale, 87, rue Vieille-du-Temple, Paris (III^e).

érige autour de l'antenne habituelle de réception ou d'émission, un certain nombre d'antennes verticales dont les pieds sont placés suivant une parabole ayant comme foyer le pied de l'antenne de réception ou d'émission.

Ces antennes additionnelles sont tournées dans le sens de la longueur des ondes que l'on veut envoyer ou recevoir. Elles agissent comme réflecteurs et les ondes se trouvent être transmises dans le sens de l'axe de la parabole ; lorsque les stations communiquent ensemble, les axes de leurs paraboles réflectrices coïncident.

- 498.983 Perfectionnements aux antennes pour la radiotélégraphie, la radiotéléphonie et autres applications. — M. John HETTINGER. — Angleterre.
- 499.058 Perfectionnements aux systèmes de télégraphie. — M. Herbert WATSON SULLIVAN. — Angleterre.
- 499.150 Dispositif de transmission d'ordre à distance. — COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON. — France.
- 500.916 Perfectionnements dans l'emploi des commutateurs chercheurs en téléphonie automatique. — COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON. — France.
- 500.917 Perfectionnements aux systèmes de téléphonie automatique. — COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON. — France.
- 500.922 Dispositif facilitant les communications téléphoniques à bord d'un avion ou d'un aéronef. — M. Jean-Baptiste NABÈRES. — France.
- 500.924 Système sélecteur pour machines à écrire télégraphiques. — SOCIÉTÉ KLEINSCHMIDT ELECTRIC CO. — Etats-Unis d'Amérique.

L'Editeur-Gérant,
A. DUMAS.



ANNALES DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES

RECUEIL DE DOCUMENTS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS
concernant les Services Techniques et l'Exploitation
des Postes, Télégraphes et Téléphones.

Publié par les soins d'une Commission
nommée par M. le Ministre des Postes et des Télégraphes.

Paraissant tous les trois mois.

IX^e ANNÉE — N° 3, 1920.

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL :

FRANCE ET COLONIES : 16 francs. — ÉTRANGER : 18 francs.

Tous les abonnements partent du 1^{er} Janvier.

PARIS.

A. DUMAS, ÉDITEUR

6, RUE DE LA CHAUSSEE-D'ANTIN, PARIS (IX^e)

ÉTABLISSEMENTS INDUSTRIELS DE E. C. & DE **ALEXANDRE GRAMMONT**

Société anonyme au Capital de 14.000.000 francs

à **PONT-DE-CHERUY (Isère)**

ADMINISTRATION : 10, rue d'Uzès, **PARIS**

Usines : à Pont-de-Cheruy, La Plaine Chavanoz, Cremieu (Isère) et Lyon

FILS & CABLES NUS & ISOLÉS

CABLES ARMÉS

CABLES

CABLES SOUS-MARINS

TÉLÉPHONIQUES

LAMPE ÉLECTRIQUE " FOTOS "

SOCIÉTÉ DES PORCELAINES & APPAREILLAGES ÉLECTRIQUES **GRAMMONT**

10, Rue d'Uzès, **PARIS**

Usines à Paris, Limoges et Saint-Léonard (Haute-Vienne)

PORCELAINES ÉLECTROTECHNIQUES

MATÉRIEL DE RÉSEAU *Système EURIEULT*

MAISONS DE VENTE ET DÉPÔTS

PARIS.....	60, rue de Bondy.....	Téléphone ...Nord.	75-51
LYON.....	19-20, quai de Retz.....	—	16-50
TOULOUSE.....	39, rue Bayard.....	—	02-59
MARSEILLE.....	33, rue de la République...	—	31-28
GRENOBLE.....	28, rue du Docteur-Mazet...	—	26-73
ANGERS.....	Place de la Visitation.....	—	03-56
BORDEAUX.....	62, rue du Palais-Galien...	—	39-62
ALGER.....	28, boulevard Carnot.....	—	21-76
LILLE.....	31, rue de Puebla.....	—	930
NANCY.....	22, rue Saint-Lambert.....	—	19-02

LUXEMBOURG — GENÈVE — BRUXELLES

ANNALES

DES

POSTES, TÉLÉGRAPHES

ET TÉLÉPHONES

RECUEIL DE DOCUMENTS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS
concernant les Services Techniques et l'Exploitation
des Postes, Télégraphes et Téléphones.

Publié par les soins d'une Commission
nommée par M. le Ministre des Postes et des Télégraphes.

Paraissant tous les trois mois.

IX^e ANNÉE — N^o 3, 1920.

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL :

FRANCE ET COLONIES : 16 francs. — ÉTRANGER : 18 francs.

Tous les abonnements partent du 1^{er} Janvier.

PARIS

A. DUMAS, ÉDITEUR

6, RUE DE LA CHAUSÉE-D'ANTIN, PARIS (IX^e)

COMMISSION DES ANNALES DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES

AVIS

Les manuscrits adressés aux Annales sont soumis à l'examen d'une Commission dite *Commission des Annales des Postes et Télégraphes*.

Cette Commission se réunit à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, 20, rue Las Cases, Paris, VII^e.

Membres de la Commission :

M. DENNERY, Inspecteur général, Directeur de l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, *Président*.

M. A. BLONDEL, Membre de l'Institut, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées,

Le Directeur du Personnel à l'Administration centrale des Postes et Télégraphes,

M. LORAIN, Directeur de l'Exploitation Téléphonique, Professeur à l'École Supérieure,

M. FERRIÈRE, Directeur des Postes et Télégraphes du département de la Seine, Professeur à l'École Supérieure,

M. MAUREAU, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes, Professeur à l'École Supérieure,

M. AUGIER, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes,

M. PAILLON, Directeur des Postes et Télégraphes,

M. SAUNIER, Chef de bureau à l'Administration Centrale des Postes et Télégraphes, *Membres*.

MM. TAFFIN, Directeur des Postes et Télégraphes, REYNAUD-BONIN, Ingénieur des Postes et Télégraphes, et CAUCHIE, Inspecteur des Postes et Télégraphes, *Secrétaires*.

M. LAVOIGNAT, commis des Postes et Télégraphes, *Secrétaire-adjoint*.

NOTA : La *Commission des Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones* n'est en aucune façon responsable des opinions émises et des théories développées par les auteurs ; elle ne s'immisce pas dans les questions de priorité.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
La réorganisation du transport des dépêches postales par voie de terre, par M. Raphaël ALIBERT, auditeur au Conseil d'État, membre de la Commission des Marchés des Postes et Télégraphes.....	361
L'aluminium et son application aux lignes électriques, par M. DUSAUGEY, Ingénieur civil des Mines.....	366
Le multiple automatique de Leeds, par M. BARRAL, Ingénieur des Postes et Télégraphes.....	413
Les relais téléphoniques en France, par M. RUAT, Ingénieur des Postes et Télégraphes.....	429
Introduction à la théorie des courants téléphoniques et de la radiotélégraphie (Préface par M. BLONDEL à l'ouvrage de M. POMEY sur l').....	432
Un traité de la transmission téléphonique, théorique et appliquée	439
Annuaire de téléphones	442

*
* *

SERVICE D'ÉTUDES ET DE RECHERCHES TECHNIQUES DE L'ADMINISTRATION DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

Instruction sur l'utilisation du matériel cédé par l'armée américaine.....	444
--	-----

*
* *

COMITÉ TECHNIQUE DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES.

Généralisation de la batterie centrale télégraphique.....	446
---	-----

*
* *

COMPTÉ RENDU DES PÉRIODIQUES

Périodiques en langue française.

La poste militaire italienne pendant la guerre (1915-1918).....	449
---	-----

*
* **Périodiques en langues étrangères.*

Perfectionnements à la téléphonie automatique.....	450
Sur la télégraphie transocéanique au moyen de fils nus.....	452
Influence des tempêtes magnétiques sur les circuits de télécommunication.....	454
Champ magnétique des câbles sous-marins.....	456
L' « American Telephon and Telegraph Company ». Progrès réalisés en 1919.....	457
Emploi de l'arc de Poulsen en radiotélégraphie.....	462

*
* *

INFORMATIONS ET VARIÉTÉS

Câbles téléphoniques aériens dans les régions libérées.....	470
Lignes téléphoniques souterraines.....	470
Le service téléphonique à New-York.....	471

*
* *

BIBLIOGRAPHIE.....	472
A. Bibliothèque des Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones.....	472
Introduction à la théorie des courants téléphoniques et de la radiotélégraphie, par M. J.-B. POMEY, Ingénieur en Chef des Télégraphes.....	472
B. Ouvrages divers.....	473
BREVETS D'INVENTION.....	482

BIBLIOTHÈQUE DES ANNALES DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES (1)

Pour acquérir les volumes indiqués ci-après, prière de s'adresser directement aux éditeurs mentionnés à la fin de chaque paragraphe.

Construction des lignes télégraphiques et téléphoniques. Cours professé à l'École Supérieure par M. LORAIN, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes (4^e édition. 1916). — 2 vol. Prix : 6 francs le vol.

Comptabilité et droit budgétaire. Cours professé à l'École Supérieure par M. FERET DU LONGBOIS, Directeur au Ministère des Finances (1912). — 1 vol. Prix : 6 francs.

Installations télégraphiques. Cours professé à l'École Supérieure par M. TONGAS, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes (1918). — 2 vol. Prix : 12 fr. 50 le volume.

Les derniers progrès réalisés en télégraphie, par M. TONGAS (1913). — 1 vol. Prix : 2 francs.

Installations téléphoniques. Cours professé à l'École Supérieure par M. MILON, Ingénieur des Postes et Télégraphes (2^e édition. 1918). — 1 vol. Prix : 12 fr. 50.

Exploitation postale. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. FERRIÈRE, chef de bureau à l'Administration Centrale des Postes et Télégraphes (1913). — 2 vol. Prix : 6 francs le volume.

* *Conférences sur les moteurs thermiques* faites à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. SAUVAGE, Inspecteur général des Mines (1913). — 1 vol. Prix : 2 francs.

Électricité industrielle. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. MAUREAU, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1918). — 1 vol. Prix : 10 fr. 50.

Principes d'électricité. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. DROUET, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1917). — 1 vol. Prix : 3 fr. 75.

Théorie de la pupinisation et applications pratiques. Conférences faites à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, par M. CAHEN, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol. Prix : 1 fr. 50.

(1) Ces ouvrages (sauf ceux marqués d'un astérisque) se trouvent dans les bibliothèques départementales.

Cours élémentaire de Télégraphie sans fil, par M. G. VIARD, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1918). — 1 vol. Prix : 12 francs.

La Technique Télégraphique en France (ouvrage publié à l'occasion de l'Exposition de San-Francisco), par M. MONTORIOL, Inspecteur des Postes et Télégraphes (1916). — 1 vol. in-8° carré. Prix : 3 fr. 50.

La télégraphie, la téléphonie, l'électricité depuis 1878. Extraits du 2000^e numéro de *The Electrician*, traduits par G. HAMEL et E. PICAULT, ingénieurs des Postes et Télégraphes. — 1 vol. Prix : 4 francs.

Instruction sur la construction et l'entretien des lignes aériennes, à l'usage du personnel, 1919 (2^e édition). — 1 vol. in-16 raisin, 314 pages, 83 figures. Prix : 8 francs.

Instruction sur la protection des installations télégraphiques et téléphoniques de l'Etat contre les courants industriels, à l'usage du personnel, 1918. — 1 vol. in-16 jésus à l'italienne, 140 pages. Prix : 3 francs.

Instruction sur les circuits combinés et circuits appropriés à la télégraphie et à la téléphonie simultanées, à l'usage du personnel, 1918. — Une plaquette in-16 jésus à l'italienne, 26 pages. Prix : 1 fr. 75.

Instruction sur les essais et mesures électriques et le relèvement des dérangements de lignes et de postes, à l'usage du personnel, 1918. — 1 vol. in-16 raisin, 130 pages, 22 figures. Prix : 4 francs.

Instruction sur l'installation et l'entretien des postes téléphoniques d'abonnés, à l'usage du personnel, 1918. — 1 vol. in-16 raisin, 62 pages, 23 figures. Prix : 3 fr. 50.

Instruction sur l'installation des bureaux télégraphiques principaux, à l'usage du personnel, 1919, — 1 vol. in-16 raisin, 78 pages, 64 figures. Prix : 6 fr. 50.

Instruction sur l'installation de l'éclairage électrique à l'intérieur des locaux, à l'usage du personnel, 1920. — 1 vol. in-16 raisin, 72 pages, 32 figures. Prix : 4 fr. 50.

EN VENTE A LA LIBRAIRIE DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE, 3, RUE THÉNARD, PARIS, V^e.

* *Cours d'électricité théorique* professé à l'École Supérieure (section des élèves-ingénieurs), par M. POMEY, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1914). — 2 vol. Tome I. Prix : 13 francs.

De la propagation du courant télégraphique et téléphonique (*The propagation of the electric currents*, par J.-A. FLEMING), traduit de l'anglais par M. RAVUT, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 12 francs.

La télégraphie et la téléphonie simultanées et la téléphonie multiple (*Das gleichzeitige Telegraphieren und Fernsprechen und das mehrfache Fernsprechen*, par K. Berger); traduit de l'allemand par M. LE NORMAND, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 4 fr. 50.

Pratique radiotélégraphique (*Radiotelegraphisches Praktikum*, par REIN), traduit de l'allemand par M. VIARD, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 9 francs.

La Téléphonie automatique, par M. MILON, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol.

La Télégraphie en Amérique (*American Telegraph Practice*, par DONALD Mc NICOL); traduit de l'anglais par MM. PICAULT et VIARD, Ingénieurs des Postes et Télégraphes (1917). — 1 vol.

EN VENTE CHEZ GAUTHIER-VILLARS, ÉDITEUR, 55, QUAI DES GRANDS AUGUSTINS, PARIS, VI^e.

Traité de Téléphonie (extraits de *Telephony*, par ABBOTT); traduit de l'anglais par M. GILLES, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 4 francs.

Traité de Téléphonie pratique (extraits de *American telephone practice*, par KEMPSTER B. MILLER); traduit de l'anglais (1913). — 1 vol. Prix : 6 francs.

EN VENTE CHEZ ALBIN MICHEL, ÉDITEUR, 22, RUE HUYGHENS, PARIS, XIV^e.

Les câbles télégraphiques et téléphoniques (*Telegraphen und Fernsprechkabel-Anlagen*, par STILLE); traduit de l'allemand par MM. PICAULT, Ingénieur, et MONTORIOL, Sous-chef de section des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol. in-8°. Prix : 25 francs.

EN VENTE CHEZ BÉRANGER, ÉDITEUR, 15, RUE DES SAINTS PÈRES, PARIS, VI^e.

VIENT DE PARAÎTRE :

Instruction sur l'entretien et le réglage des appareils télégraphiques, à l'usage du personnel, 1920. — 1 vol. in-16 raisin, 154 pages, 39 figures.

LA

Réorganisation du transport des dépêches postales

PAR VOIE DE TERRE

Par M. RAPHAEL ALIBERT,

Auditeur au Conseil d'État,

Membre de la Commission des Marchés des Postes et Télégraphes.

Les transports postaux par voie de terre subissent, eux aussi, leur crise ; mais cette crise, à la différence des autres, est antérieure à la guerre, et gêne l'Administration beaucoup plus que le public. Celui-ci reçoit son courrier comme par le passé ; il ignore généralement quels sacrifices a dû consentir l'Administration pour assurer cette régularité ; quelles difficultés quotidiennes elle doit vaincre pour maintenir les distributions traditionnelles.

Les services de transport ont été créés peu à peu ; ils l'ont été au jour le jour, presque au petit bonheur, au fur et à mesure du développement des relations postales et de la pénétration de la poste dans les campagnes. Ils l'ont été successivement, à intervalles irréguliers ; ils sont nés des besoins locaux, c'est-à-dire du hasard. Ainsi s'expliquent le manque de vues d'ensemble, et il faut bien le dire, la routine, qui caractérisent l'organisation de ces services.

Ce qui frappe, dans cette organisation, c'est la poussière de petites entreprises qui pullulent, en nombre incalculable, sur le territoire. Ce phénomène s'explique : l'Administration a été trop heureuse de trouver, dans chaque cas particulier, le petit voiturier assez complaisant pour se charger, au début, d'une manière accessoire, du transport des dépêches. Le malheur a voulu que le petit voiturier continuât à apparaître comme l'homme indispensable : bienfaiteur au début, c'est tout juste s'il ne prétend pas

être un sauveur lorsque, à l'expiration du bail, l'Administration se demande à qui confier ses sacs.

Ainsi donc : absence de plan rationnel, routine, moyens archaïques et coûteux, tels sont les traits dominants du régime actuel.

Une réforme d'ensemble est-elle possible ?

Pour apprécier en toute connaissance de cause la situation des transports postaux par voie de terre, il convient d'avoir deux tableaux sous les yeux. L'un concerne les modes d'exploitation, l'autre les prix de transport suivant chacun de ces modes :

1° Modes d'exploitation :

Les 142.000 kilomètres actuellement parcourus se répartissent ainsi :

Services automobiles subventionnés par l'État....	3,25 %.
— non subventionnés par l'État...	13,70 —
Traction animale.....	41,10 —
Bicyclette	8,50 —
Services à pied.....	20,90 —
Services par agents.....	12,55 —

2° Prix kilométriques :

Services automobiles subventionnés.....	0 fr. 21
Bicyclette	0 fr. 27
Services à pied.....	0 fr. 37
Traction animale.....	0 fr. 50
Services par agents.....	0 fr. 53
Services automobiles non subventionnés.....	0 fr. 54

Ces deux tableaux sont très instructifs : il résulte de leur rapprochement que les services les plus avantageux (automobiles et bicyclettes) sont les moins répandus, alors que la traction animale, qui est le procédé le plus archaïque et, toutes choses égales d'ailleurs, le plus coûteux, est également celui auquel l'Administration est amenée, par suite des circonstances, à recourir le plus souvent. Et, dès lors, une idée simple vient à l'esprit : n'y aurait-il pas un moyen de retourner la situation ?

Oui, semble-t-il. Il y en a même trois :

Le remaniement des lignes ;

Le concours des localités ;

La transformation des entreprises.

1° *Le remaniement des lignes.* — Il y aurait le plus grand intérêt à développer les lignes postales d'automobiles et de bicyclettes au détriment de la traction animale, et cette substitution pourrait être le point de départ et le principe d'une réforme d'ensemble. Il faudrait pour cela faire abstraction de tout ce qui existe, et établir, dans chaque département, un tracé rationnel de grandes artères, en tenant compte, notamment, de la correspondance avec les trains, de l'importance des localités à desservir, des habitudes de la population, du courant de la circulation et, si possible, des droits acquis. Une fois ces itinéraires déterminés, on supprimerait les lignes postales desservies par des voitures à chevaux et on les remplacerait par un plus petit nombre de services d'automobiles, dont les itinéraires correspondraient aux grandes artères. On réserverait ensuite à la bicyclette le service des transversales et des petits courriers.

Il est à peine besoin d'insister sur les avantages que présenterait cette combinaison : là où il existe 15 lignes à traction animale, par exemple, on aurait six ou sept lignes d'automobiles dont le rendement serait supérieur, et qui coûteraient beaucoup moins cher.

On objectera qu'il est difficile de supprimer les voitures à chevaux dans certaines régions déshéritées, très éloignées du chemin de fer, où ces voitures ont forcément des fins multiples ; elles servent surtout au transport des voyageurs, et le service postal n'est pour elles qu'un accessoire. Mais cette objection n'est pas décisive. D'une part, en effet, les moyens de transport individuels se développent avec une très grande rapidité. D'autre part, les services d'automobiles postales, judicieusement répartis, ramèneraient à un chiffre minimum la distance qui séparait jadis les populations d'un moyen de transport pratique et peu coûteux : les voitures postales à traction animale desservent parfois des campagnes et des bourgs situés à plus de trente kilomètres du

chemin de fer ; on conçoit dès lors tout le prix que peuvent attacher les habitants à leur maintien. Mais il suffirait de tracer judicieusement les itinéraires des automobiles postales pour qu'aucun village ne se trouvât désormais éloigné de plus de 12 ou 15 kilomètres d'une ligne automobile : chacun pourrait ainsi rejoindre facilement cette ligne, et la suppression de la traction animale, loin d'entraver le transport des personnes, ne ferait que le faciliter. Quant à la distribution postale proprement dite, elle aurait lieu dans les meilleures conditions possibles puisque le courrier d'une région, transporté sur les artères principales, serait réparti aux alentours, en petites fractions, par des agents munis de simples bicyclettes.

2° *Le concours des localités.* — Ce concours paraît être une conséquence logique du remaniement des lignes.

Sans doute la situation financière des départements et des communes ne permet guère d'exiger d'eux des subventions, et toute réclamation de ce genre apparaîtrait comme une sollicitation inopportune.

Mais un autre concours est possible : c'est celui qui naîtrait, par exemple, d'une collaboration permanente entre l'Administration des Postes et les autorités départementales, collaboration qui tendrait à faire créer ou compléter en commun les réseaux de services publics automobiles.

L'Administration des Postes ne semble avoir pris jusqu'à ce jour aucune initiative en cette matière. Lorsque ces réseaux sont créés, elle profite des avantages que lui réserve le cahier des charges : elle accroche sa boîte à la voiture qui va partir ; mais, pour faire partir cette voiture, elle n'a généralement rien fait. Il serait, semble-t-il, de meilleure politique de ne pas attendre la création des lignes d'automobiles. L'Administration devrait en provoquer l'ouverture, afin de parer aux insuffisances, de surveiller les tracés et de procéder aux transformations qui s'imposent : c'est au prix de cette initiative qu'elle remaniera les lignes postales et qu'elle réalisera les progrès attendus.

3° *La transformation des entreprises.* — L'Administration se trouve aujourd'hui en face d'une poussière de petits entrepre-

neurs, dont les moyens d'action, notoirement insuffisants, sont peu en rapport avec la rémunération qu'ils exigent, et qu'on leur accorde, faute de mieux. Il n'est pas de semaine où quelque mauvais voiturier ne vienne demander la consolidation, pour plusieurs années, du prix exorbitant qu'il doit aux circonstances et qu'il reçoit pour un service réduit et mal fait : l'Administration est obligée de céder, sous peine d'être obligée de supprimer le service.

Il paraît indispensable de traiter, dans chaque département, ou dans un groupe de départements donnés, avec un ou deux bons adjudicataires, qui pourraient être, au besoin, les entrepreneurs de services automobiles. Ces adjudicataires offriraient des garanties ; l'Administration ne serait jamais prise au dépourvu avec eux, et leur imposerait un cahier des charges type ; l'organisation des transports postaux, qui est faite aujourd'hui de pièces disjointes et mal ajustées, pourrait ainsi être conçue avec méthode, ordre et économie.

*
..

On demandera peut-être quel est le premier pas à faire pour appliquer ce plan rationnel.

Il faut d'abord décider qu'il sera appliqué. Il faut ensuite demander à tous les directeurs départementaux des propositions fermes. Cela en vaut certainement la peine, à l'heure où le prix global des transports postaux va passer de 9 millions (prix d'avant guerre) à 27 millions environ.

Et puisque, dans les régions libérées, la guerre s'est chargée de faire table rase des habitudes et des routines, peut-être serait-il tout à la fois élégant et commode d'offrir à nos malheureux départements ravagés la primeur d'une réorganisation postale.

L'ALUMINIUM

ET SON APPLICATION AUX LIGNES ÉLECTRIQUES ⁽¹⁾

Par M. DUSAUGEY,
Ingénieur civil des Mines.

Je vais avoir l'honneur de vous entretenir de l'aluminium, de sa fabrication, de ses propriétés et de son application à l'industrie de l'électricité en général et aux lignes électriques en particulier. Je ne suis malheureusement pas un spécialiste de la télégraphie et de la téléphonie et, de ce fait, je ne pourrai certainement pas donner à cette communication tout l'intérêt que vous pouvez en attendre.

Cependant la technique des distributions d'énergie, que je pratique à peu près depuis ses débuts industriels, a suffisamment de parenté avec la technique des lignes de transmission de la pensée, pour que je puisse espérer vous montrer l'aluminium sous le jour convenable à vos desseins et alors, confiant dans le large esprit d'initiative qui caractérise votre corporation, je sais que vous saurez largement suppléer dans la suite à mon insuffisance et tirer le profit qu'il conviendra de ce que je vous aurai dit.

C'est avec cette pensée que j'ai accepté l'honneur de parler devant vous.

Pour être complet, et bien que cette première partie de ma communication ne soit pas d'un intérêt immédiat pour vous, je vous demande la permission de commencer par quelques renseignements sommaires sur la métallurgie de l'aluminium.

(1) Conférence faite le 22 mai 1920 à l'École supérieure des Postes et Télégraphes.

MÉTALLURGIE DE L'ALUMINIUM.

En raison de son affinité chimique énergique pour l'oxygène et la plupart des métalloïdes, l'aluminium n'existe pas à l'état métallique dans la nature. C'est en 1827 qu'il a été isolé pour la première fois par Wöhler, par la réduction du chlorure d'aluminium par le potassium, mais c'est à Sainte-Claire Deville que l'on doit le premier procédé de fabrication industrielle de l'aluminium et c'est ce savant français qui en a établi définitivement les propriétés chimiques et physiques. Son procédé (purement chimique), qui consistait à réduire au rouge, par le sodium, le chlorure double d'aluminium et de sodium dans un fondant de cryolithe, a été exploité en France de 1857 à 1886 par les usines Péchiney. La production annuelle, qui satisfaisait à la consommation mondiale, était de 2 à 3 tonnes et le prix de revient de 200 francs environ le kilogramme.

En 1885, les frères Cowles obtinrent l'aluminium en réduisant l'oxyde d'aluminium par le charbon en présence du fer ou du cuivre, sous l'effet de la haute température d'un arc voltaïque. L'aluminium mis en liberté s'unissait au cuivre et on obtenait un alliage renfermant de 5 à 30 % d'aluminium. C'est le procédé électrothermique qui fut exploité en Angleterre de 1886 à 1892.

En 1886, Héroult, autre savant français, imagina le procédé électrolytique devant lequel disparurent toutes les méthodes de fabrication antérieures. Le procédé Héroult consiste à électrolyser l'alumine, dissoute dans un bain de cryolithe et de fondants de la même famille, à l'aide d'un courant électrique puissant de 15 à 20.000 ampères, qui produit à la fois l'effet électrolytique désiré et l'effet calorique nécessaire au maintien des matières en fusion. La circulation du courant se fait entre une anode en charbon qui plonge dans le bain et une cathode également en charbon qui est constituée par le revêtement intérieur du four et sur laquelle l'aluminium métallique provenant de l'alumine électrolysée vient se rassembler. L'oxygène de l'alumine, libéré à l'anode, brûle le charbon de celle-ci à raison de

650 grammes environ par kg. d'aluminium en donnant de l'oxyde de carbone et de l'acide carbonique.

Les fours, appelés communément des *marmites*, qui absorbent chacun une tension de 7 à 8 volts, sont disposés par séries de 15, 30 et même 60 unités entre les bornes des génératrices à 120, 250 ou 500 volts.

Les usines de fabrication de l'aluminium sont toutes situées dans les centres de houille blanche où l'énergie électrique peut être obtenue en abondance et à un prix suffisamment réduit. Il faut en effet dépenser de 30 à 40 kwh. par kg. d'aluminium, ce qui correspond à une production de 150 à 200 kg. d'aluminium par cheval-an. Il est de toute évidence que l'énergie thermique, beaucoup trop coûteuse, ne peut être prise en considération et que seule, l'énergie hydraulique peut être utilisée.

Trois sociétés françaises pratiquent actuellement la fabrication de l'aluminium : la Compagnie des produits chimiques d'Alais et de la Camargue, la Société Électro-Métallurgique Française et la Société d'Électro-Chimie. Ces trois sociétés affectent à la production de l'aluminium une dizaine d'usines dont la puissance totale moyenne est de 130.000 chevaux et la capacité annuelle de production de 20.000 tonnes environ. Sept de ces usines, représentant 80.000 chevaux, sont échelonnées le long de l'Arc, affluent de l'Isère, dans la vallée de la Maurienne.

En dehors de France, plusieurs sociétés pratiquent la fabrication de l'aluminium :

En Suisse, la *Société de Neuhausen* qui possède plusieurs usines d'une capacité de production de 10.000 tonnes environ.

En Angleterre, la *British Aluminium Co* qui possède deux usines en Angleterre et une en Norvège, d'une capacité de production de 8.000 tonnes environ.

L'*Anglo Norwegian Aluminium Co* qui possède en Norvège une usine d'une capacité de production de 1.200 tonnes.

L'*Aluminium Corporation* qui possède en Écosse une usine d'une capacité de 5 à 600 tonnes.

En Italie, la *Società Italiana per la fabbricazione dell' Alluminio* qui possède une usine de 5.000 chevaux à Bussi dans la

vallée de Pescara, d'une capacité de production de 1.000 à 1.200 tonnes.

Au Canada, la *Northern Aluminium Co* possède une usine à Shawinigan d'une capacité de production de 8.000 tonnes.

Enfin, aux États-Unis, l'*Aluminium Co of America* qui possède sur le Niagara et dans la Caroline du Nord un groupe d'usines d'une capacité de production annuelle de 70.000 tonnes environ.

L'organisation commerciale des producteurs français est centralisée entre les mains de la Société l'*Aluminium Français*.

Le procédé électrolytique de fabrication de l'aluminium est aujourd'hui universellement employé. Son application fit tomber le prix du kg. d'aluminium à 7 fr. 50 en 1892, à 2 fr. 50 en 1901 et à 1 fr. 50 à la veille de la guerre. La production mondiale passait de 25 tonnes en 1887 à 68.000 tonnes en 1913. Dans ce chiffre, la production française entrait pour 15.000 tonnes environ. Notre consommation, à peu près stationnaire, malgré le développement rapide de notre production, ne dépassait malheureusement pas 6.000 tonnes, alors que la consommation de l'Allemagne, pour une production nulle, atteignait 16.000 tonnes à peu près entièrement absorbées par son industrie et surtout par son armement.

La consommation de l'aluminium par les belligérants pendant les années de guerre a certainement dépassé le chiffre considérable de 450.000 tonnes. On estime que d'ici peu d'années, la production mondiale annuelle atteindra 200.000 tonnes.

MATIÈRES PREMIÈRES DE L'ALUMINIUM.

La réaction du four électrolytique, très simple en théorie, est pratiquement assez complexe et l'accord sur les phénomènes physiques et chimiques qui l'accompagnent n'est pas complètement réalisé. Toujours est-il que, toutes les impuretés des matières premières se retrouvant dans le métal électrolysé, le procédé implique la nécessité, puisque l'aluminium ne peut pas s'affiner et qu'il doit dès lors être obtenu d'emblée à l'état de pureté maximum, le procédé implique la nécessité, dis-je, de

n'employer que des matières premières parfaitement purifiées. De là l'existence d'industries annexes extrêmement importantes, celles de la fabrication de l'alumine pure, des fondants et des électrodes. Je ne vous dirai qu'un mot de l'industrie de l'alumine qui est la matière première principale.

L'alumine pure est extraite de la bauxite qui est une alumine hydratée contenant comme impuretés principales de l'oxyde de fer et de la silice.

Après un traitement calorifique et mécanique qui a pour but de chasser l'eau de constitution du minerai et de le réduire en poudre fine, l'alumine est amenée à l'état d'aluminate de soude soluble dans l'eau, soit par calcination à 1500° de la bauxite mélangée à du carbonate de soude anhydre dans un four à réverbère tournant (procédé Sainte-Claire Deville-Péchiney), soit par dissolution de la bauxite dans une solution de soude caustique renfermée dans un autoclave chauffé à la vapeur où l'on maintient pendant quelques heures une pression de 5 à 6 atmosphères (procédé Bayer). L'alumine hydratée est ensuite précipitée du bain d'aluminate de soude, soit par un courant de gaz carbonique, soit par la simple addition, dans le liquide agité mécaniquement, d'un peu d'alumine cristallisée. Une calcination ultérieure à 1200° de l'alumine hydratée donne l'alumine anhydre pure propre à la fabrication de l'aluminium. On a ainsi obtenu $1/2$ kg. d' Al_2O_3 par kg. de bauxite.

Les meilleurs gisements de bauxite du monde actuellement connus sont situés en France dans les départements du Var, de l'Hérault, des Bouches-du-Rhône, de l'Ariège, du Gard, etc... Les gisements de Provence les plus titrés, les mieux estimés sont évalués à plusieurs millions de tonnes avec, dans le voisinage, non seulement toute la puissance hydraulique nécessaire à leur exploitation, mais encore le charbon nécessaire à leur traitement et les ports méditerranéens nécessaires à leur exportation. C'est ce privilège exceptionnel de la nature à l'égard de notre pays qui non seulement donne à la production française de l'aluminium son caractère d'industrie nationale, mais qui encore subordonne la majeure partie de la production mondiale de l'alu-

minium à la consommation de la bauxite française dont le rendement en aluminium pur est du quart de son poids.

Ce fait est d'une importance économique considérable et je vous demande la permission de m'y arrêter un instant pour vous en montrer toute la portée dans les temps difficiles que nous traversons.

L'exportation pure et simple de la bauxite est sans doute une source immédiate de richesse nationale. Dans les années qui ont précédé la guerre, l'extraction annuelle dépassait 250.000 tonnes, dont 150.000 allaient à l'exportation. Les Allemands à eux seuls, à l'aide de marchés interposés, s'en appropriaient une part importante qu'ils transformaient eux-mêmes en alumine et qu'ils faisaient transformer en aluminium dans les usines suisses.

Mais si l'exportation de la bauxite est une source de richesse, son utilisation par nous-mêmes et sa transformation en aluminium sont infiniment plus favorables aux intérêts français.

C'est que l'aluminium, soit à l'état pur, soit à l'état d'alliage, grâce à ses propriétés chimiques et mécaniques, peut se substituer avantageusement, dans un très grand nombre de cas, au cuivre, au laiton et au bronze qui sont issus de métaux d'origine presque exclusivement étrangère.

Pour le cuivre seul, dont notre consommation annuelle atteignait 110.000 tonnes à la veille de la guerre, l'importation correspondante à cette date était d'environ 90.000 tonnes représentant, au cours moyen de 80 livres, une valeur d'environ 200 millions de francs. Si l'on ne considère que l'industrie électrique seule, on peut estimer à plus de 500 millions de francs l'exportation totale de capitaux français affectés à l'acquisition du cuivre seul au cours des 25 années qui ont précédé la guerre.

Quel a été ce tribut pendant la guerre, quel est-il aujourd'hui et que sera-t-il dans l'avenir, devant l'immensité de la tâche qui s'offre à notre activité, si nous ne nous imposons, comme un devoir impérieux, de faire appel, partout où cela est possible, à nos ressources nationales ?

Je m'excuse, dans un sujet purement technique, de faire appel à des considérations d'ordre patriotique. La théorie de

« l'industrie nationale » ne satisfera pas ceux qui recherchent avant tout la forte empreinte de la valeur technique et expérimentale. Il faut, pour assurer le succès d'une industrie, des réalités et non du sentiment et je reconnais que les avantages, même d'ordre économique, doivent s'effacer devant les nécessités techniques. Mais on ne peut toutefois méconnaître que l'heure de détresse économique que nous vivons exige de nous des efforts et des réflexions auxquels nous n'étions pas habitués et on doit convenir que le technicien, dans son laboratoire ou dans son usine, ne peut plus désormais demeurer complètement étranger aux grands problèmes d'économie nationale. J'espère d'ailleurs pouvoir vous démontrer que l'expérience faite à ce jour dans l'utilisation de l'aluminium est de nature à donner, à un organisme aussi essentiel que celui des téléphones et des télégraphes, les satisfactions techniques auxquelles il a droit.

LES DÉBUTS DE L'ALUMINIUM EN ÉLECTRICITÉ.

Les premiers emplois de l'aluminium en électricité datent d'un peu plus de 25 ans, mais ce n'est que vers 1898, lorsque son prix de vente fut tombé suffisamment bas par rapport à celui du cuivre, que son utilisation commença à être plus sérieusement envisagée, en Amérique d'abord, puis en Europe. L'histoire de ses débuts dans l'industrie fut celle de toutes les choses nouvelles. L'aluminium ne fut pas seulement desservi par ses imperfections initiales et par la méconnaissance des procédés de travail et de mise en œuvre adéquats à ses propriétés, mais encore par la résistance de tous ceux que cette innovation venait troubler dans leurs habitudes, dans leurs traditions, dans leurs préjugés et surtout dans leurs intérêts, et il n'a pas échappé à la loi commune qui a frappé le fer quand on a voulu le substituer au bois dans la construction des navires et le cuivre lui-même quand il s'est agi de le substituer au fer dans les premières lignes télégraphiques. MM. Lazare Weiler et Vivarez racontent, dans leur *Traité général des lignes et transmissions électriques*, que lorsqu'on construisit, en 1844, une ligne d'essai en fils de cuivre

entre Paris et Rouen, un courant d'opinion défavorable se forma aussitôt chez les savants. Arago et Peltier déclarèrent, dans la séance de l'Académie des Sciences du 6 janvier 1845, pendant la construction même de la ligne d'essai, que les fils métalliques ne pouvaient pas subir, sans se désagréger, un courant électrique prolongé et, à l'appui de leurs dires, ils citèrent les expériences auxquelles ils s'étaient livrés. Et MM. Lazare Weiler et Vivarez ajoutent : « Ces critiques, jointes à l'ignorance où l'on était, à cette époque, des moyens d'empêcher l'allongement des fils de cuivre, eurent pour conséquence la proscription du cuivre pour les canalisations électriques aériennes. L'emploi du fer se généralisa rapidement et ce ne fut que 30 ans plus tard que, les progrès de l'électricité aidant, on envisagea de nouveau, avec succès cette fois-ci, la substitution du cuivre au fer. » On connaît le résultat de cette substitution : le développement des emplois du cuivre dans l'industrie électrique fut tel, à partir de ce moment, que l'étude de la production et de la consommation de ce métal put représenter désormais, suivant l'expression de MM. Lazare Weiler et Vivarez, le « thermomètre des affaires d'électricité ».

Celui qui écrirait un jour un *Traité des lignes et transmissions électriques en aluminium* pourrait reproduire presque textuellement ce début historique. Il n'y manquerait même pas l'opinion défavorable des Académiciens, des savants et même celle des spécialistes, puisque MM. Lazare Weiler et Vivarez eux-mêmes, parlant dans le même ouvrage de l'emploi éventuel de l'aluminium, disaient en 1892 : « C'est à tort qu'on a vu récemment dans sa légèreté une qualité qui permettrait un jour de l'employer comme fils de lignes aériennes. On a oublié de mettre, en parallèle de sa légèreté, sa résistance à la rupture très médiocre qui descend à 16 kg. par millimètre carré lorsque le métal est écroui. »

Quoi qu'il en soit, l'effacement de l'aluminium devant les mécomptes auxquels son emploi donna lieu à l'origine, ne fut pas d'aussi longue durée que celui du cuivre et cela grâce à l'obstination des producteurs qui s'acharnèrent à remonter le courant défavorable ainsi créé. Pendant près de 15 ans, ils tra-

vaillèrent sans relâche, tant sur le terrain technique que sur le terrain commercial, à perfectionner les méthodes de fabrication et d'emploi et à vaincre les résistances les plus obstinées et les objections les plus spécieuses. Ces efforts furent loin d'être vains, puisqu'en ces dix dernières années les installations d'aluminium se firent de plus en plus nombreuses, tandis que la confiance s'affirmait et que la critique s'atténuait de plus en plus.

Non seulement de très importants réseaux aériens et souterrains comme ceux de l'Énergie du littoral méditerranéen, de la Société de la vallée du Rhône, de la Compagnie des Chemins de fer du Midi, de la Compagnie des Chemins de fer d'Orléans, de l'Énergie de la Loire et du Centre, des Chemins de fer Nord-Sud, des Tramways municipaux de Copenhague, des Omnibus et Tramways de Lyon, de la Compagnie générale des Omnibus de Paris, des Chemins de fer vicinaux de Belgique, de la ville de Zurich, de nombreuses Compagnies anglaises à Manchester, Bolton, etc., du Métropolitain de Londres, plusieurs milliers de kilomètres de lignes aériennes aux États-Unis, au Canada, en Norvège, en Allemagne, furent équipés avec de l'aluminium, mais encore on vit des textes administratifs, comme la Circulaire du 5 septembre 1908 du Ministre des Travaux Publics, relative à la traversée des lignes de chemins de fer par des canalisations d'énergie électrique et comme le cahier des charges élaboré par les chemins de fer de l'État en 1913, faire à l'aluminium une place équivalente à celle du cuivre. En 1913, dans leurs nouvelles règles d'établissement des canalisations aériennes, les électriciens allemands, expliquant que la matière normale à employer pour les canalisations aériennes devait être choisie dans le nombre des métaux purs dont les propriétés physiques peuvent être considérées comme parfaitement connues et seulement variables entre d'étroites limites, désignaient le cuivre et l'aluminium comme métaux normaux. Enfin, tout récemment et pendant la guerre, le Comité électrotechnique français fit entreprendre une série d'essais en vue de définir l'aluminium-type, de même que l'Union des Syndicats de l'Électricité créa, sous l'initiative de son président, M. Gabriel Cor-

dier, une Commission de l'aluminium dont la présidence fut confiée à M. Legouez et dont la mission fut d'élaborer les conditions d'emploi de ce métal en électricité.

Voici comment cette Commission, dont j'ai eu l'honneur d'être l'un des rapporteurs, a noté les propriétés essentielles de l'aluminium industriel tel qu'il peut satisfaire aux exigences de l'industrie de l'électricité.

LA DÉFINITION CHIMIQUE ET LES PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES
ET ÉLECTRIQUES DE L'ALUMINIUM DES CONDUCTEURS ÉLECTRIQUES.

L'aluminium industriel doit :

1° Résister sans altération aux agents atmosphériques et à toutes les conditions usuelles d'emploi du métal comme conducteur : voisinage des fumées, des vapeurs sulfureuses (fours à coke), des émanations chimiques d'usines et des embruns marins, c'est-à-dire résistance aux acides nitrique, sulfurique, sulfhydrique, au gaz ammoniac, à la vapeur d'eau, au soufre et à ses oxydes, surtout l'acide sulfureux (1) ;

2° Présenter le maximum de conductibilité compatible avec la résistance mécanique exigée ;

3° Satisfaire à certaines conditions mécaniques que la pratique a fixées.

Cet ensemble de propriétés dépend de la définition chimique du métal, c'est-à-dire des éléments étrangers qu'il contient. Dans l'état actuel de la fabrication, les impuretés y sont le fer et le silicium (avec un peu d'oxygène combiné au silicium et à l'aluminium et des traces de carbone).

En ce qui concerne la conservation du métal, ces impuretés ne paraissent pas nuisibles. L'inaltérabilité du métal usuel est assurée à la condition qu'il ne contienne pas de sodium, ou pas assez de sodium pour que les réactifs chimiques en usage puissent l'accuser. L'analyse spectrale plus sensible peut en révé-

(1) Il n'y a que l'acide chlorhydrique et les solutions alcalines à l'action desquels l'aluminium ne résiste pas.

ler des traces, mais on n'en fera état que lorsqu'elles seront mesurables.

D'autre part, un métal rigoureusement pur serait trop doux et inutilisable dans la pratique pour les conducteurs aériens. Une certaine dose des impuretés usuelles (fer, silicium) est nécessaire pour assurer au métal une ténacité suffisante. Mais, à mesure que la dose de fer et silicium augmente, si la ténacité du métal s'accroît, sa résistance électrique s'accroît aussi (quoique moins rapidement). Il y a donc un compromis à ménager entre ces deux effets opposés et une dose optimum d'impuretés à choisir. La pratique semble indiquer que cet optimum est assez voisin de 1 %. C'est pourquoi on a choisi comme type le métal à 99 % d'aluminium pur. La résistance mécanique de ce métal à l'état recuit est au maximum de 8,5 à 9 *kg. par mm. carré* et sa résistivité électrique à l'état recuit est environ, à 20° C., de 2,89 *microhms-centimètres*.

Lorsque le métal doit entrer dans la composition des conducteurs suspendus, il faut l'écrouir au maximum par le tréfilage. Partant, par exemple, d'une tringle recuite de 8 mm. de diamètre, l'écrouissage maximum est obtenu lorsque le diamètre a été réduit à 2 mm. A ce moment, la résistance mécanique doit atteindre 20 à 22 *kg. par mm²* avec un allongement à la rupture de 1,5 à 2 % au maximum et la résistivité à 20° C. 2,95 *microhms-centimètres*.

Le métal employé dans les installations existantes a précisément une composition et des propriétés voisines de celles que nous venons d'indiquer. Aussi, devant cette consécration de la pratique, la Commission, ainsi que nous l'avons dit plus haut, a estimé qu'il convenait de choisir l'aluminium à 99 % pour la constitution des conducteurs d'électricité et elle en a fixé en conséquence les conditions de réception que voici :

CONDITIONS DE RÉCEPTION DES CONDUCTEURS EN ALUMINIUM.

1° *Définition chimique.* — L'aluminium commercial sera du type dit à 99 % d'aluminium. Ce métal ne devra pas contenir

d'autres éléments étrangers que le fer et le silicium avec des traces d'oxygène et de carbone. Quant au sodium, les réactifs chimiques actuellement connus n'en devront pas révéler la présence.

L'épreuve chimique sera faite par le dosage séparé du fer et du silicium (voir la méthode en Note annexe).

La somme des teneurs en fer et en silicium ne sera pas supérieure à 1 %, sauf écarts tolérés de 0,2 %.

On retiendra que la teneur de l'aluminium commercial en impuretés usuelles (Fe, Si, O, C) affecte sa conductibilité électrique et sa résistance mécanique, de sorte que les épreuves de conductibilité et de ténacité prescrites ci-après pourront donner sur la pureté du métal des renseignements qui suffiront dans la plupart des cas et pourront éviter l'épreuve chimique.

2° *Résistance mécanique.* — L'épreuve de la résistance mécanique ne présente de l'intérêt que pour les conducteurs soumis à des efforts importants, comme les conducteurs suspendus.

Pour ceux-ci, les brins composants devront être écrouis au maximum et présenter une résistance à la rupture de 20 kg. au moins par mm. carré pour tous les fils de diamètre de 35/10 et au-dessous. Pour les fils de diamètre compris entre 35/10 et 50/10, la résistance à la rupture devra être de 18 kg. par mm. carré au moins.

A défaut de mesure directe possible, la mesure de la résistance mécanique d'un câble se fera par la mesure de la résistance des brins composants et on comptera pour la résistance à la rupture du câble, par mm. carré de section utile (la section utile étant la somme des sections des brins composants), les 85/100 de la somme des résistances à la rupture des brins composants.

L'épreuve de résistance mécanique sera précédée de la mesure du diamètre des brins. Cette mesure donnera lieu à une tolérance de 2 %.

Les mesures de résistance mécanique donneront lieu à une tolérance de 2,5 %. L'échantillonnage sera fait à raison d'une prise par touret pour les conducteurs livrés sur tourets et d'une prise par tonne pour les autres conducteurs.

Les épreuves seront effectuées à l'usine de câblage, soit en cours, soit en fin de fabrication.

Pour les conducteurs non suspendus, câbles isolés et armés, barres de connexion, pièces de machines et d'appareillage, etc... qui seront construits en matériel recuit ou demi-dur, il n'y a pas à rechercher la résistance mécanique, mais on aura toutefois grand avantage à vérifier que le métal employé ne présente pas, à l'état recuit, une résistance supérieure à 9 kg. par mm. carré, car la résistance mécanique s'accroît avec le taux des impuretés comme la résistivité électrique et plus rapidement. On aura donc là un contrôle précieux de la conductibilité et de la teneur en aluminium pur.

N.B. — Dans la construction des conducteurs suspendus, le constructeur devra réduire au minimum les soudures des brins. Ces soudures devront être faites avec le plus grand soin et on devra soigneusement éviter la présence de plusieurs soudures dans la même section droite d'un câble.

3° *Limite d'élasticité, allongement à la rupture.* — La limite élastique du métal écroui entrant dans la composition des conducteurs suspendus ne sera pas inférieure à 11 kg. par mm².

L'allongement à la rupture des fils écrouis ne sera pas inférieur à 2 %, celui-ci étant mesuré sur une éprouvette de longueur égale à $\sqrt{66,67 S}$ et sous la charge de rupture.

Pour les fils recuits, l'allongement à la rupture ne sera pas inférieur à 25 %, pour une résistance à la rupture de 9 kg. par mm. carré.

4° *Souplesse.* — Le métal ne doit pas être cassant et doit pouvoir supporter sans fatigue les manipulations d'enroulement et de déroulement. A cet effet, chaque brin composant devra pouvoir subir sans coque, ni rupture, un essai d'enroulement et de déroulement sur son propre diamètre.

Cette épreuve sera effectuée sur des échantillons prélevés en même temps et de la même façon que ceux devant servir à l'épreuve de résistance mécanique.

Pour l'aluminium recuit, la souplesse sera vérifiée à l'aide de pliages effectués alternativement à 180 degrés l'un de l'autre dans une mâchoire à rayon de 3 mm. et à raison de :

— 25 pliages minimum pour un fil de . .	1 mm. de diamètre
— 20 — — — — . .	1,5 mm. —
— 15 — — — — . .	2 mm. —
— 10 — — — — . .	2,5 mm. —

Pour les fils plus gros, les pliages seront effectués dans une mâchoire à rayon de 6 mm. et à raison de :

— 15 pliages pour un fil de	3 mm. de diamètre
— 12 — — — —	4 mm. —
— 10 — — — —	5 mm. —

5° *Conductibilité électrique.* — La résistivité à 20° C. de l'aluminium commercial recuit doit être au plus égale à 2,89 microhms-centimètres (ohm international). Cette valeur correspond sensiblement à 60 % de la conductibilité du cuivre commercial recuit.

Pour l'aluminium écroui, on comptera sur une résistivité de 2 % plus élevée, soit 2,95 microhms-centimètres à 20° C.

La mesure de la résistivité se fera toujours sur des échantillons préalablement recuits. La tolérance sera de 1 %.

La valeur de la résistivité ainsi fixée, jointe à la valeur de la résistance mécanique de l'aluminium recuit, que nous avons fixée à 9 kg. par mm. carré au maximum, caractérise avec une approximation pratiquement suffisante, la pureté de l'aluminium commercial dont la valeur a été fixée au paragraphe premier.

On comptera pour le coefficient de température de la résistivité sur la valeur $\alpha = 0,00419$, de sorte que la résistivité à t° C sera, par rapport à la résistivité à 20° C :

$$R_t = R_{20} \frac{1 + \alpha t}{1 + 20 \alpha}$$

et par rapport à la résistivité à 0° :

$$R_t = R_0 (1 + \alpha t)$$

COMPARAISON DES PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES ET ÉLECTRIQUES DE
L'ALUMINIUM COMMERCIAL ET DU CUIVRE COMMERCIAL.

Les propriétés mécaniques et électriques de l'aluminium commercial étant ainsi définies, il était intéressant de les mettre en regard des propriétés correspondantes du cuivre commercial afin que les intéressés puissent faire tous calculs de comparaisons utiles tant au point de vue technique qu'au point de vue économique.

Il a donc été dressé un tableau comparatif (tableau I) qui a été arrêté en concordance avec les résultats des essais effectués en 1917 sous la direction du Comité électrotechnique français (1).

TABLEAU I

TABLEAU COMPARATIF DES PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES ET ÉLECTRIQUES
DE L'ALUMINIUM COMMERCIAL ET DU CUIVRE COMMERCIAL

	Aluminium commercial	Cuivre commercial
Densité : métal écroui.....	2,7	8,95
Point de fusion.....	657° C	1082° C
Chaleur spécifique (eau = 1).....	0,203	0,092
Conductibilité thermique (argent = 100)...	35	70
Résistivité à 0° en microhms-cm. (cuivre type recuit à 20° C. = 1,7241) (étalon Mathiessen = 1,593) :		
A 0°..... { recuit.....	2,68	1,60
{ écroui.....	2,722	1,63
A 20° C.... { recuit.....	2,89	1,72
{ écroui.....	2,95	1,76
Coefficient de température....	0,00419	0,0039
Conductibilité électrique.....	60	100
Perméabilité magnétique.....	1	1
Coefficient de dilatation linéaire.....	0,0000228	0,000016
Tension de rupture en kg. mm ² { recuit....	9	22
{ écroui....	20	42

(1) *Bulletin de la Société française des Électriciens*, n° 73, t. VIII.

	Aluminium commercial	Cuivre commercial
Limite d'élasticité en kg./mm ²	11 à 12	23 à 25
Coefficient d'allongement.....	0,000148	0,000078
Module d'Young en kg./mm ²	6,750	13,000
Allongement à la rupture { écroui.....	2 %	2 %
recuit.....	25 %	35 %
Rapport des sections à égalité de conductibilité.....	1,066	1
Rapport des diamètres à égalité de conductibilité.....	1,29	1
Rapport des poids à égalité de conductibilité.....	50,25	100
Rapport des sections à égalité d'échauffement.....	1,405	1
Rapport des poids à égalité d'échauffement..	42	100
Rapport des conductibilités à égalité de section.....	0,6	1
Rapport des poids à égalité de section.....	30	100
Poids d'un fil par mm ² de section et par km. de long. en kg.....	2,7	8,95
Poids kil. d'un fil de diam. D en mm.....	2,12 D ²	7 D ²
Poids d'un câble par mm ² de section utile et par km. de long en kg.....	2,84	9,4
Résistance kilométrique à 0° C. en ohms :		
— d'un fil écroui de S mm ² de section...	$\frac{1}{S} \times 27,22$	$\frac{1}{S} \times 16,3$
— d'un fil écroui de D mm. de diamètre.....	$\frac{1}{D^2} \times 34,4$	$\frac{1}{D^2} \times 20,75$
— d'un câble de S mm. de section.....	$\frac{1}{S} \times 28,6$	$\frac{1}{S} \times 17,2$
Effort maximum d'un conducteur suspendu, en kg. :		
Avec le coefficient de sécurité = 3....	6,7	14
— — — — — 5....	4	8,5
— — — — — 10....	2	4,25
Tension de l'effet de couronne à égalité de conductibilité, en volts.....	$1,20 \times n$	n
Self-induction relative à égalité de conductibilité.....	0,93 — 0,97	1
Capacité relative à égalité de conductibilité.....	1,08 — 1,03	1
Puissance relative développée par les courants de Foucault par unité de vol.....	0,66	1

Les données de ce tableau permettent de résoudre tous les problèmes d'ordre technique ou d'ordre économique qui se rattachent à l'industrie des lignes électriques de haute ou de basse tension.

Avant de voir quelles conclusions pratiques on peut tirer de ces données comparatives, il me semble indispensable de fournir quelques explications sur certaines d'entre elles et de procéder à quelques éliminations.

ÉCHAUFFEMENT DES CONDUCTEURS

La notion d'échauffement des conducteurs sous l'effet du courant qui les traverse est sans intérêt pour les installations télégraphiques et téléphoniques. J'indiquerai donc sommairement que, en raison de leur différence de résistivité, les conducteurs de cuivre et d'aluminium s'échaufferont par effet Joule à des degrés différents, sous le passage d'un même courant, suivant qu'ils auront même section ou même conductibilité. On peut admettre comme résultat moyen, aux fréquences industrielles, que, pour des conducteurs d'aluminium et de cuivre de même forme, et placés dans les mêmes conditions de refroidissement :

a) S'ils ont même section, l'échauffement sera le même lorsque la densité de courant dans l'aluminium sera les trois quarts de la densité de courant dans le cuivre;

b) S'ils ont même conductibilité (c'est-à-dire $S_{Al} = 1,67 S_{Cu}$), l'échauffement du conducteur d'aluminium, sous le passage d'un même courant, sera de 25 % inférieur à l'échauffement du conducteur de cuivre;

c) Enfin, pour que les deux conducteurs subissent le même échauffement sous le passage du même courant, il faut que la section de l'aluminium soit égale à 1,4 fois la section du cuivre.

On voit donc que partout où la question d'échauffement sera seule en jeu, l'importance de la chute de tension étant indifférente, ce qui est le cas de nombreuses connexions nues, isolées ou armées, dans les tableaux et entre les appareils, le conducteur en cuivre pourra être remplacé par un conducteur d'alumi-

nium de section de 42 % seulement plus élevée, c'est-à-dire ne pesant que les 43 centièmes du poids du conducteur en cuivre.

On voit également que les conducteurs d'aluminium, et cela est surtout important pour les conducteurs isolés ou armés, pourront supporter, avec des risques moindres, des surcharges supérieures à celles des conducteurs en cuivre.

SECTION DES CABLES

La section considérée, quand il est question de câbles, est la section utile, c'est-à-dire la somme des sections droites des fils composants. Avec le pas d'enroulement de 9 à 10 fois le diamètre de la couche, habituellement employé, la longueur de chaque brin est d'environ 5 % supérieure à la longueur du câble. C'est pourquoi l'on admet une majoration de 5 % de la résistance par rapport à celle d'un conducteur cylindrique de même section.

Le poids du câble est également majoré de 5 %.

Le diamètre total d'un câble en millimètres est sensiblement $1,29\sqrt{Su}$ pour les câbles à 7 et à 19 brins tandis que celui du conducteur cylindrique équivalent est $1,128\sqrt{Sa}$. Su exprime la section utile en millimètres carrés

EFFET DE COURONNE

L'effet de couronne, c'est-à-dire la perte d'énergie par ionisation de l'air sous l'effet du champ électrique qui prend naissance à la surface des conducteurs de petit diamètre soumis à de très hautes tensions, est sans intérêt dans les installations téléphoniques et télégraphiques. Je me bornerai donc à indiquer que, dans l'industrie des transports d'énergie, l'aluminium, par sa plus grande section à égalité de conductibilité, présente à ce point de vue un intérêt considérable. En raison du plus grand rayon de courbure, la tension critique d'effluves à la surface d'un conducteur d'aluminium est de 20 % supérieure à la tension

d'effluve à la surface d'un conducteur de cuivre de même conductibilité. Il en résulte une diminution sensible des pertes par ionisation dans les conducteurs nus des réseaux à haute tension et une moindre fatigue de l'isolant dans les conducteurs isolés. Cela se traduira, dans le premier cas, par un rendement de la ligne tellement meilleur que l'aluminium arrive presque à s'imposer dans les lignes à plus de 100.000 volts; dans le deuxième cas, une certaine économie d'isolant pourra être réalisée par la diminution de son épaisseur, sous la réserve toutefois, pour les câbles distributeurs de courant alternatif, que le souci de ne pas augmenter la capacité n'oblige à maintenir un certain rapport entre l'épaisseur de l'isolant et le rayon du conducteur. Dans les câbles distributeurs de courant continu, où la notion de capacité est absente, l'économie d'isolant sera certaine.

INDUCTANCE ET CAPACITÉ

La diminution de l'inductance et l'augmentation de la capacité à égalité de conductibilité résultent, toutes choses égales d'ailleurs, de l'augmentation du diamètre de l'aluminium. A égalité de diamètre, toutes choses égales d'ailleurs, l'inductance et la capacité seront donc les mêmes.

PERTES PAR COURANTS DE FOUCAULT

Les courants de Foucault étant moindres dans l'aluminium que dans le cuivre, à une inductance artificielle donnée créée sur un conducteur d'aluminium, par exemple pour réaliser son amélioration au point de vue des transmissions téléphoniques et télégraphiques, correspondra une résistance additionnelle, du fait des courants de Foucault qui en résultent, moindre que dans le cuivre.

CONSEQUENCES D'ORDRE ÉCONOMIQUE DE LA SUBSTITUTION DE L'ALUMINIUM AU CUIVRE

Si l'on poursuit l'examen des chiffres du tableau I, on voit que le rapport du poids de l'aluminium au poids du cuivre est de :

30 à 100 à égalité de section des conducteurs;

42 à 100 à égalité d'échauffement des conducteurs sous le passage d'un même courant;

50 à 100 à égalité de conductibilité.

Le premier rapport intéresse les conducteurs et les pièces où les questions de chute de tension et d'échauffement ne jouent aucun rôle : fils de sonneries, pièces de connexions, douilles, bagues, plaques, etc. . . Il intéressera la plupart des lignes téléphoniques et télégraphiques ainsi que nous le verrons plus loin. Si m est le rapport du prix de l'aluminium au prix du cuivre, le pourcentage de l'économie brute réalisée, dans ce cas, par l'emploi de l'aluminium a pour valeur :

$$e = 100 - 30 m.$$

Le deuxième rapport intéresse la plupart des canalisations intérieures pour lesquelles la question d'échauffement est prédominante. Le pourcentage de l'économie brute due à l'emploi de l'aluminium a pour valeur :

$$e = 100 - 42 m.$$

Le troisième rapport intéresse la majeure partie des conducteurs d'énergie électrique. L'emploi de l'aluminium procure dans ce cas une économie brute dont le pourcentage a pour valeur :

$$e = 100 - 50 m.$$

À la veille de la guerre, le rapport m ayant pour valeur 1,5, l'économie brute réalisée était donc respectivement dans les trois hypothèses précédentes :

55 %

37 %

25 %.

Ces valeurs sont bien changées aujourd'hui et, en raison de la situation troublée que nous traversons, elles subissent des modifications incessantes, si bien que nous ne pensons pas qu'il soit possible, en vue d'une comparaison économique, de faire état

des valeurs actuelles. Il faut attendre qu'une nouvelle ère de calme ait permis aux cours de se stabiliser.

Il ne faut pas perdre de vue que l'économie brute réalisée sur l'acquisition du métal sera augmentée ou diminuée, suivant la nature des ouvrages, par l'augmentation ou la diminution des frais accessoires.

CONSÉQUENCES D'ORDRE TECHNIQUE DE LA SUBSTITUTION DE L'ALUMINIUM AU CUIVRE

Nous nous placerons ici principalement au point de vue des lignes téléphoniques et télégraphiques. La substitution semble dans ce cas devoir être envisagée à égalité de section dans les lignes en câbles et à égalité de sécurité mécanique dans les lignes aériennes.

Je vais examiner sommairement quelques-unes des conséquences de la substitution ainsi réalisée, n'ayant nullement l'intention d'épuiser le sujet, mon incompetence en matière de télégraphie et de téléphonie ne me le permettant pas, mais ayant simplement pour but plus modeste de vous faire entendre que si l'aluminium est inférieur au cuivre par certains côtés, il lui est supérieur par d'autres et que, en tout cas, il fait assez bonne figure à côté de son concurrent pour toujours mériter de faire l'objet d'une étude parallèle.

a) INFLUENCE DU POIDS

La substitution, diamètre pour diamètre, de l'aluminium au cuivre dans les câbles sous plomb fera réaliser une économie de poids particulièrement intéressante lorsque ces câbles devront être suspendus entre des supports aériens. Si n est le nombre de conducteurs de diamètre d en millimètres, l'économie de poids par mètre sera en kg. :

$$\frac{n d^2}{1000} (7 - 2,12) = \frac{4,88 n d^2}{1000}$$

Ainsi dans la construction du câble aérien qui a été posé entre

Saint-Denis et la Barre, qui comporte 56 paires de conducteurs de 8/10, et qui est suspendu à un câble d'acier formé de 7 fils de fer de 4 mm., on aurait réalisé, par l'emploi de l'aluminium, une économie de poids de :

$$\frac{4,88 \times 112 \times 0,64}{1000} = 0 \text{ kg. } 349 \text{ par mètre courant.}$$

Ce n'est pas énorme, mais ce n'est cependant pas négligeable.

Pour un câble à 200 paires cette économie de poids deviendrait 1 kg. 24 environ et pour un câble à 350 paires, 2 kg. 16 environ. Il en résulterait une économie évidente dans le prix de revient des organes de support.

b) INFLUENCE DU COEFFICIENT DE TEMPÉRATURE

Le coefficient de température de l'aluminium semble (1) être d'environ 5 % supérieur au coefficient de température du cuivre. C'est dire que si deux conducteurs de cuivre et d'aluminium sont calculés pour avoir la même conductibilité à une température donnée, pour toute autre température, il y aura un écart d'environ 5 % entre les résistances des deux conducteurs.

Mais si l'on considère la variation de la résistance pour chaque conducteur, elle sera, par degré-centigrade, $R_0 \alpha$ pour le cuivre et $R'_0 \alpha'$ pour l'aluminium.

$$\begin{aligned} \text{Comme } \alpha' &= 1,05 \alpha \\ \text{et } R'_0 &= 1,666 R_0 \end{aligned}$$

la variation de résistance du conducteur d'aluminium surpassera donc de :

$$(1,666 \times 1,05 - 1) \times 100$$

soit de 75 % la variation de résistance du conducteur de cuivre de même section ou de même diamètre.

(1) Nous disons « semble » parce que les chiffres donnés par différents auteurs sont assez discordants.

Ainsi la variation en ohms de la résistance kilométrique d'un conducteur sera, par degré de variation de la température :

$$\frac{20,75 \times 0,00393}{d^2} = \frac{0,082}{d^2} \text{ pour un fil de cuivre de diam. } d \text{ en mm.}$$

$$\frac{33,4 \times 0,00419}{d^2} = \frac{0,144}{d^2} \quad \text{—} \quad \text{d'aluminium} \quad \text{—} \quad \text{—}$$

$$\frac{16,3 \times 0,00393}{S} = \frac{0,0642}{S} \quad \text{—} \quad \text{de cuivre de section } S \text{ en mm}^2.$$

$$\frac{27,22 \times 0,00419}{S} = \frac{0,114}{S} \quad \text{—} \quad \text{d'aluminium} \quad \text{—} \quad \text{—}$$

Une variation de température de 20 degrés, qui est normale pour des conducteurs aériens, entraînera donc dans un fil de 1 mm. de diamètre une variation de la résistance kilométrique :

de $20 \times 0,144 = 2,88$ ohms si le fil est en aluminium,

et de $20 \times 0,082 = 1,64$ — — — cuivre.

Cette différence pourra avoir quelque influence sur le fonctionnement des relais téléphoniques qui n'admettent pas une marge trop grande dans la variation de la résistance du circuit qu'ils commandent.

c) RÉSISTANCE EFFECTIVE AUX COURANTS PÉRIODIQUES

On sait que la densité du courant sur l'axe d'un conducteur cylindrique est une fraction d'autant plus petite de la densité à la périphérie que la fréquence du courant est plus élevée, la perméabilité du métal plus grande, sa résistivité plus faible et le conducteur plus gros. C'est l'effet de surface ou « skin effect ». Aux fréquences industrielles de 25 et 50 périodes la densité du courant est sensiblement la même dans toute la section des conducteurs non magnétiques, c'est-à-dire des conducteurs de cuivre et d'aluminium, cylindriques, pleins, dont le diamètre ne dépasse pas 1 centimètre. On n'a donc que rarement à se préoccuper du « skin effect » dans les installations industrielles. Mais il n'en est plus ainsi avec les courants alternatifs rapides tels qu'on se propose de les utiliser aujourd'hui pour réaliser la téléphonie et la

télégraphie multiples. Il faut donc connaître la résistance effective des conducteurs aux courants de haute fréquence dont la périodicité peut atteindre 500.000 alternances à la seconde en télégraphie.

Le rapport $\frac{R}{R_0}$ de la résistance effective R d'un conducteur au courant alternatif à sa résistance R_0 au courant continu peut se calculer en partant de la formule de Rayleigh. On forme l'expression :

$$a = \frac{\omega \times 10^{-4}}{R_1}$$

ω étant la pulsation du courant et R_1 la résistance linéaire du conducteur en ohms par kilomètre. Pour un conducteur de cuivre de diamètre d en millimètres, on a $R_1 = \frac{20,75}{d^2}$

à 0° C et pour un conducteur d'aluminium, on a $R_1 = \frac{34,4}{d^2}$ de sorte que :

$$a = 0,302 \cdot 10^{-4} f d^2 \text{ pour le cuivre.}$$

$$a = 0,182 \cdot 10^{-4} f d^2 \text{ pour l'aluminium.}$$

Pour les valeurs de $a < 25$, on tire $\frac{R}{R_0}$ du graphique fig. 1.

Pour les valeurs de $a > 25$, on a pratiquement :

$$\frac{R}{R_0} = \sqrt{\frac{a}{2}} + 0,25$$

Si l'on prend l'échelle des fréquences :

$$10 \times 10^4 \quad 20 \times 10^4 \quad 30 \times 10^4 \quad 40 \times 10^4 \quad 50 \times 10^4$$

auxquelles correspondent les longueurs d'onde :

$$3.000 \text{ m.} \quad 1.500 \text{ m.} \quad 1.000 \text{ m.} \quad 750 \text{ m.} \quad 600 \text{ m.}$$

on peut établir le tableau II qui donne pour ces différentes fréquences les valeurs de $\frac{R}{R_0}$ pour des fils de cuivre et d'aluminium de 8/10, 10/10, 20/10 et 30/10.

TABLEAU II

Fréquences	$\frac{R}{R_0}$							
	0,8 m/m		1 m/m		2 m/m		3 m/m	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
0	1	1	1	1	1	1	1	1
10×10^4	1,26	1,09	1,48	1,24	2,73	2,18	3,95	3,12
20×10^4	1,66	1,34	2,0	1,61	3,68	2,97	5,45	4,3
30×10^4	1,99	1,58	2,4	1,93	4,50	3,54	6,60	5,20
40×10^4	2,24	1,81	2,74	2,18	5,17	4,07	7,60	5,97
50×10^4	2,47	1,98	3,02	2,4	5,75	4,50	8,50	6,65

La figure 2 traduit graphiquement les chiffres de ce tableau.

Il est facile maintenant de calculer les résistances des fils de cuivre et d'aluminium aux fréquences considérées. On obtient ainsi les chiffres du tableau III.

TABLEAU III

RÉSISTANCES EN OHMS PAR KILOMÈTRE À 0° C.

Fréquences	0,8 m/m		1 m/m		2 m/m		3 m/m	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
0	32,5	53,8	20,75	34,4	5,48	8,6	2,34	3,82
10×10^4	41	58,7	30,7	42,6	14,2	18,7	9,15	11,85
20×10^4	54	72,1	41,5	55,2	19,2	25,5	12,6	16,4
30×10^4	64,7	85,1	49,8	66,3	23,3	30,4	15,25	19,85
40×10^4	73	97,5	57	75	26,7	35	17,55	22,8
50×10^4	80,5	106,5	62,4	82,6	29,8	38,6	19,6	25,3

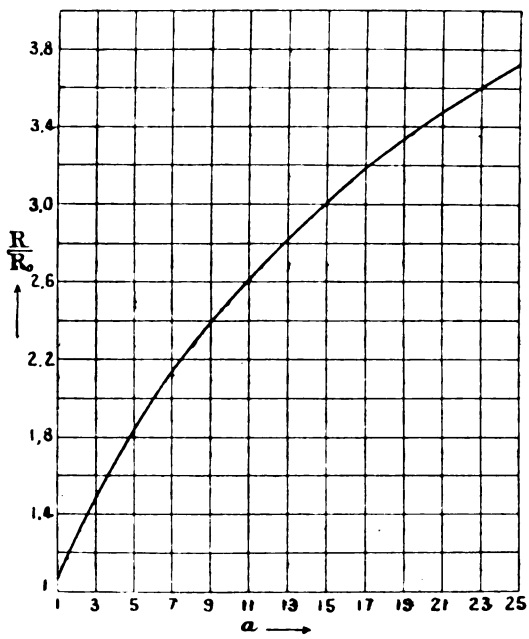


Fig. 1.

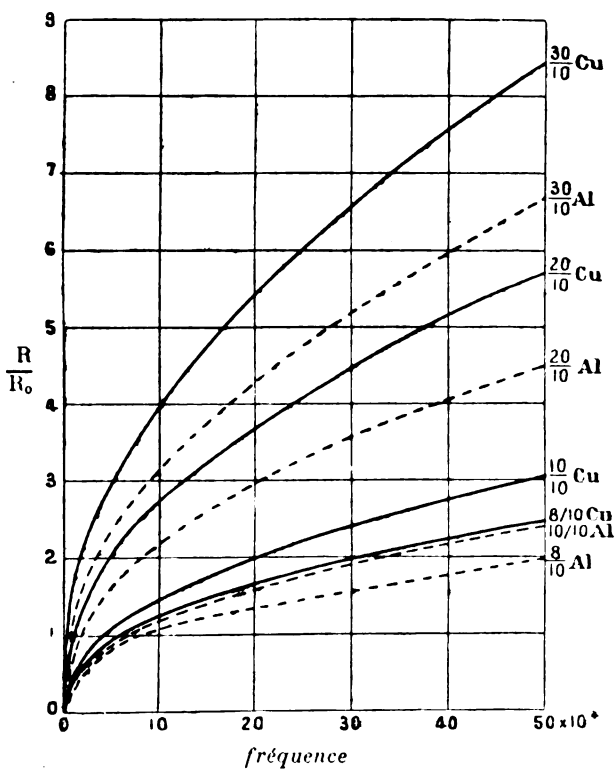


Fig. 2.

On voit que la résistance effective de l'aluminium qui, à égalité de diamètre est, en courant continu 1.666 fois celle du cuivre, n'est plus, aux fréquences très élevées que 1,30 fois environ cette résistance (1).

Remarque. — Il pourra y avoir intérêt à rechercher la valeur de la résistance effective aux courants de haute fréquence dans les conducteurs composés, non pas d'un seul fil massif, mais de brins câblés par 3 ou par 7, tels qu'il sera peut-être intéressant de les employer dans les lignes aériennes, ainsi que nous le verrons plus loin. L'étude de la répartition du courant dans ces conducteurs est, je crois, entièrement à faire. Il est probable, si le contact électrique est assuré entre chaque brin, que le courant se localisera dans une pellicule périphérique et que la densité de courant sera faible dans le brin central et dans les parties des brins enveloppants voisines du centre de figure. L'utilisation de la section du câble serait donc assez médiocre. Il n'en serait plus de même, et l'utilisation de la section serait au contraire bien meilleure que dans un conducteur cylindrique de même section, si les brins pouvaient être séparés les uns des autres par un isolement suffisant. Or l'aluminium se recouvre naturellement à l'air d'une pellicule d'alumine parfaitement adhérente et isolante. En augmentant l'épaisseur et l'adhérence de cette couche d'oxyde par des moyens artificiels on a pu fabriquer, en aluminium nu, des bobines d'électro-aimant et même des inducteurs de petites machines bien plus économiques par conséquent que les mêmes appareils isolés au coton, à la soie ou à l'émail. Mais les moyens actuellement connus ne permettent pas d'obtenir des couches d'oxyde résistant à plus de quelques volts. Il conviendrait donc de rechercher le moyen d'augmenter la résistance électrique et la résistance mécanique de la couche d'oxyde ou d'employer des fils d'aluminium émaillé. On pourrait alors réaliser des conducteurs câblés aériens en métal nu extrêmement favorables à la

(1) Les chiffres de ces divers tableaux ont été obtenus avec la règle à calcul de 15 centimètres. Ils présentent donc un caractère de précision très relatif, mais suffisant pour un premier travail d'approche.

transmission des courants de haute fréquence. C'est là un sujet intéressant digne des recherches de vos laboratoires.

Connaissant l'influence de la température sur la résistance et la valeur de la résistance effective aux différentes fréquences, on pourra voir maintenant quelle influence aura sur l'affaiblissement des courants la substitution de l'aluminium au cuivre à égalité de section dans un circuit donné. Cette substitution ne changera évidemment rien à l'inductance, à la capacité et à la perditance du circuit. L'affaiblissement ne sera donc modifié que par la différence de résistance.

Pour avoir une idée de l'ordre de grandeur de cette modification, j'ai pris dans le numéro de mars 1920 des *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, un exemple de calcul de l'amortissement total dans un câble de 2 km. 24 composé de fils de cuivre de 0,8 m/m pour des fréquences de 10.000, 20.000 et 30.000 altern. Les valeurs ainsi calculées par la formule

$$B = \frac{R}{2\sqrt{\frac{L}{C}}} + \frac{G\sqrt{\frac{L}{C}}}{2}$$

concordent avec celles mesurées directement. Si le câble était constitué par des fils d'aluminium de 8/10, l'amortissement total pour 20.000 périodes par exemple passerait théoriquement de la valeur 0,434 à la valeur 0,589, soit une augmentation de 30 %. C'est sensiblement l'augmentation qui serait donnée par la résistance seule puisqu'il s'agit d'un circuit de faible perditance. L'expérience, à ma connaissance du moins, ne peut malheureusement fournir encore à ce sujet aucun chiffre pratique.

Les calculs comparatifs se feraient de la même façon sur toutes espèces de lignes, chargées ou non, en prenant pour chacune d'elles la formule appropriée de l'affaiblissement et la périodicité du courant qui les traverse.

SUBSTITUTION DE L'ALUMINIUM AU CUIVRE DANS LES LIGNES AÉRIENNES

Dans les lignes aériennes le problème électrique de la substitution de l'aluminium au cuivre se double d'un problème mécanique. Nous avons vu en effet dans notre tableau comparatif des propriétés de l'aluminium et du cuivre que les constantes physiques de l'aluminium, densité, coefficient de dilatation, élasticité, rupture, étaient sensiblement différentes de celles du cuivre. Il en résulte que des conducteurs suspendus en cuivre et en aluminium ne se comporteront pas de la même façon sous l'influence de leur poids propre et sous l'influence des charges extérieures et des variations de température.

On sait que par temps calme et à la température de la pose, la flèche d'un conducteur suspendu est en mètres :

$$f = \frac{x^2 \delta m}{8R}$$

x étant la portée en mètres,

δ la densité du métal (89×10^{-4} pour le cuivre),

(27×10^{-4} » l'aluminium),

R la charge de rupture par millim. carré comptée au point bas de la chaînette,

m le coefficient de sécurité affecté au travail du métal.

Pour le cuivre on a $\frac{R}{\delta} = 5,06$

et pour l'aluminium $\frac{R}{\delta} = 8,13$

Il en résulte que si à deux conducteurs suspendus, l'un d'aluminium et l'autre de cuivre, on donne la même flèche et le même coefficient de sécurité au même instant, les longueurs des portées seront dans le rapport :

$$\frac{x_{al}}{x_{cu}} = \sqrt{\frac{R_{al} \delta_{cu}}{\delta_{al} R_{cu}}} = \sqrt{1,61} = 1,27$$

ou bien, à égalité de flèche et de longueur de portée, les coefficients de sécurité seront dans le rapport :

$$\frac{m_{al}}{m_{cu}} = \frac{8,15}{5,06} = 1,61$$

ou bien, à égalité de portée et de coefficient de sécurité, les flèches seront dans le rapport :

$$\frac{f_{al}}{f_{cu}} = \frac{z_{al}}{R_{al}} \frac{R_{cu}}{z_{cu}} = \frac{3,06}{8,15} = 0,62$$

c'est-à-dire : à égalité de fatigue et de flèche, la portée du conducteur d'aluminium pourra dépasser de 27 % la portée du conducteur de cuivre ; à égalité de portée et de flèche, la fatigue du cuivre dépassera de 61 % la fatigue de l'aluminium ; à égalité de portée et de fatigue, la flèche du conducteur d'aluminium ne sera que les 62/100 de la flèche du cuivre.

Mais ces constatations n'ont d'intérêt réel que dans le cas où les conducteurs seraient à l'abri des influences atmosphériques, variations de température, effort du vent, surcharges de neige, de glace, etc.

Le règlement technique du 21 mars 1911, consécutif à la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie, n'a retenu de ces surcharges, que celles dues à l'effort du vent et il a prescrit de calculer la résistance mécanique des ouvrages, avec des coefficients de sécurité de 3,5 ou 10, suivant la situation des lignes sur le domaine public, en tenant compte soit d'un vent de 120 k. par m² (ou 72 k. par mètre carré de la section longitudinale des pièces cylindriques), à la température moyenne de la région, soit d'un vent de 30/18 k. à la température minima.

La recherche assez compliquée des conditions de travail des conducteurs suspendus, dans les différentes hypothèses de température et de surcharge, a été simplifiée par la méthode de M. Blondel, trop connue pour que je l'expose ici.

Les graphiques et les abaques, établis suivant cette méthode pour le cuivre et pour l'aluminium, permettent de poursuivre la comparaison que nous avons commencée tout à l'heure, des

conducteurs suspendus de cuivre et d'aluminium. L'un de ces graphiques, que nous reproduisons ici, fig. 3, et qui donne le rapport du poids apparent pris par un conducteur suspendu sous l'effort du vent, à son poids propre, montre que l'influence du vent est plus considérable sur les conducteurs d'aluminium que sur les conducteurs de cuivre de même diamètre et que l'écart est d'autant plus considérable que les diamètres sont plus réduits. Il en résulte que, sous l'empire du règlement français, il devient pratiquement impossible d'employer les conducteurs d'aluminium de petit diamètre autrement que sur des portées très courtes, même dans les régions où l'intensité du vent n'atteint jamais les valeurs du règlement.

Il est facile de déterminer quelle est, suivant le diamètre du conducteur, la réduction de portée qu'il faudra faire subir au conducteur d'aluminium dans les différentes hypothèses que l'on peut se fixer : égalité de flèche à la température maxima, égalité de sécurité dans telle ou telle condition atmosphérique, etc...

Dans les transports d'énergie, où l'on n'emploie que des conducteurs de diamètre relativement gros et où d'ailleurs la comparaison entre aluminium et cuivre se fait toujours à égalité de conductibilité, c'est-à-dire avec un diamètre de 30 % plus grand pour l'aluminium que pour le cuivre, les conséquences de l'action du vent ne sont pas aussi défavorables à l'aluminium. D'ailleurs, dans cette industrie, on se rend compte de plus en plus que le problème des conducteurs suspendus en cuivre est une chose et que celui des conducteurs suspendus en aluminium en est une autre et que, si l'on veut établir la comparaison économique des deux métaux, dans la construction d'une ligne donnée, il convient non pas de fixer les portées au préalable, comme on a l'habitude de le faire, et de rechercher les conséquences de la substitution pure et simple, sur ces portées, d'un métal à l'autre, mais bien de rechercher la portée économique qui convient à chaque métal et d'établir en conséquence les éléments de la ligne et en particulier la grandeur des portées. On arrivera toujours ainsi, à égalité de sécurité mécanique et électrique, et avec, bien entendu, un rapport normal des cours tel qu'il était

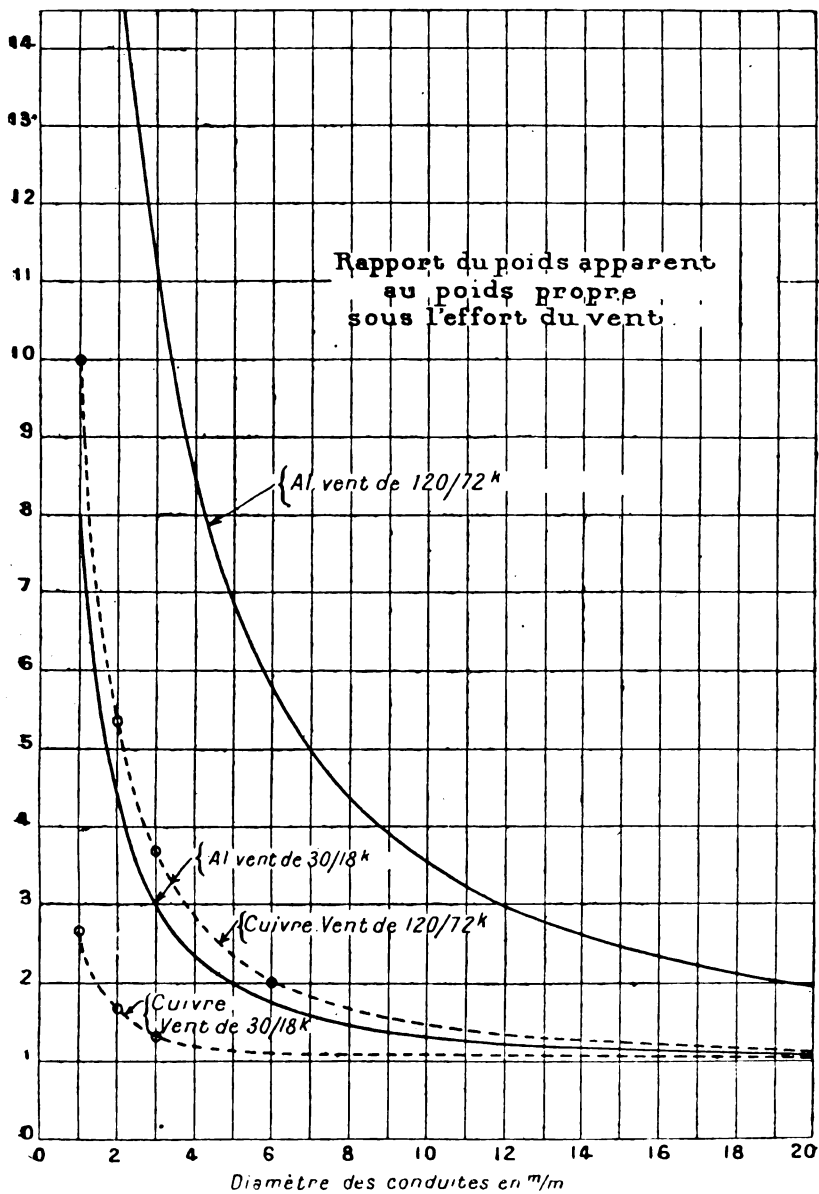


Fig. 3.

avant guerre, à une économie sensible en faveur de l'aluminium.

Dans les lignes téléphoniques et télégraphiques la question ne se pose pas sous cette forme. Il y a en France une portée normale qui était autrefois de 80 à 100 m. mais que l'on a peu à peu ramenée à 75 puis à 60 m., chiffre actuel, au fur et à mesure de l'accroissement du nombre des conducteurs sur les supports. Cette portée normale est déterminée, non par la résistance des conducteurs, mais par la résistance des supports. Il faut donc que le conducteur s'adapte à cette portée, avec la sécurité voulue, quel que soit son diamètre et quelle que soit sa nature, en dehors de toute notion d'économie.

En Suisse, le règlement de 1908 a fixé la portée normale à 40, 45 ou 50 m. suivant la section totale des fils tendus.

En Belgique, la longueur des portées est déterminée par la notion de résistance des conducteurs. La portée normale atteint ainsi 60 à 80 m. pour des fils de cuivre de haute conductibilité et 100 à 120 m. pour des fils de bronze phosphoreux. Quant aux supports, ils sont établis ou renforcés suivant le nombre des fils, de manière à toujours présenter un coefficient de sécurité déterminé.

Cette notion de portée normale économique a fait l'objet d'une très remarquable étude de M. Pillionel, Ingénieur de la Direction des Télégraphes fédéraux, parue d'août 1915 à mars 1916 dans le *Journal télégraphique* de Berne. Je regrette vivement de n'avoir pas le temps d'analyser ici cette étude et je ne saurais trop conseiller à ceux qui s'intéressent au problème de la stabilité des lignes aériennes d'en prendre connaissance, je suis sûr qu'ils en tireront grand profit.

Quoi qu'il en soit, en admettant que, pour l'instant du moins, les conducteurs d'aluminium aient à s'adapter à une portée normale de 60 m., voyons comment ils se comporteraient sous l'empire du règlement français.

Prenons des fils de 3 m/m. de diamètre par exemple.

D'après le règlement, ces fils, qu'ils soient en aluminium ou en cuivre, devront travailler avec un coefficient de sécurité égal à 3 sous l'action d'un vent de 72 k. s'exerçant à la température moyenne, soit 10° C environ.

Pour le fil de cuivre, cette condition sera réalisée si on lui donne en air calme à $+10^\circ$ une flèche de 0 m. 50, soit une tension de 8,4 k. m/m² ;

- à -20° cette flèche deviendra 0 m. 28 et la tension 14 k., soit une sécurité de 3,2 ;
- à 0° cette flèche deviendra 0 m. 40 et la tension 10 k., soit une sécurité de 4,5 ;
- à $+35^\circ$ cette flèche deviendra 0 m. 73 et la tension 5 k. 5, soit une sécurité de 8,2.

La tension totale du conducteur variera donc de $5\text{ k. }5 \times 7\text{ k. }1 = 39\text{ k.}$ au minimum, à $15\text{ k. } \times 7,1 = 106\text{ k.}$ au maximum.

Sous l'effort du vent de 72 k., le poids apparent p' de ce fil devient égal à 3,6 fois son poids propre p , de sorte que le déplacement latéral angulaire à partir de la verticale sera tel que $\cos \alpha = \frac{1}{3,6} = 0,2777$ c'est-à-dire $\alpha = 73^\circ 50'$.

Pour le fil d'aluminium le règlement sera satisfait et la même sécurité que pour le cuivre sera réalisée dans la même hypothèse, si on lui donne en air calme à $+10^\circ$ une flèche de 1 m. 60 correspondant à une tension de 0 k. 79 par m/m² ;

- à -20° cette flèche deviendra 1 m. 30, la tension 0 k. 97 et la sécurité 21,7 ;
- à 0° cette flèche deviendra 1 m. 50, la tension 0 k. 85 et la sécurité 25 ;
- à $+35^\circ$ cette flèche deviendra 1 m. 84, la tension 0 k. 7 et la sécurité 30.

La tension totale du conducteur variera donc de $0\text{ k. }7 \times 7,1 = 5\text{ k.}$ environ au minimum, à $7\text{ k. } \times 7,1 = 50\text{ k.}$ environ au maximum. Le poids apparent de ce fil, sous l'effort du vent de 72 k. devient égal à 11,2 fois le poids propre $\frac{p'}{p} = 11,2$. Le déplacement latéral angulaire sera donc tel que $\cos \alpha = \frac{1}{11,2} = 0,0982$ c'est-à-dire $\alpha = 84^\circ 25'$.

Les résultats de ces calculs sont traduits graphiquement sur la fig. 4. Il est de toute évidence qu'une ligne aérienne en aluminium comportant de telles flèches serait inutilisable. La ligne de cuivre, elle, serait acceptable, mais, bien qu'établie réglementairement,

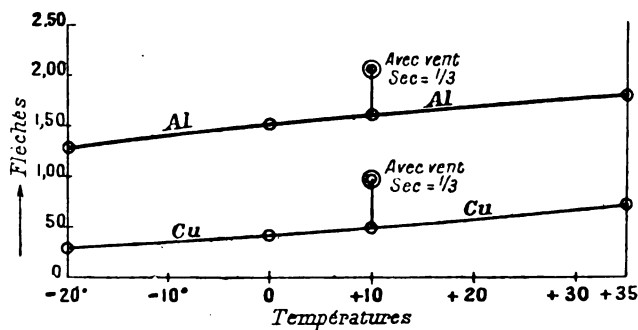


Fig. 4.

il n'en est pas moins facile de voir qu'une surcharge de neige de 380 gr. (1) par mètre courant à la température de 0° C amènera le conducteur ainsi tendu au delà de sa limite d'élasticité. Les deux conducteurs bien qu'établis réglementairement se trouvent donc en aussi mauvaise posture l'un que l'autre, l'un du fait du vent qui exige de trop grandes flèches, l'autre du fait des surcharges de neige qui pourront le détruire, et qui le détruisent bien en effet quelquefois.

En Suisse, les lignes aériennes ne se calculent pas comme en France. Les fils sont tendus de manière à présenter un coefficient de sécurité égal à 3 à la température de — 20°, sans tenir compte des surcharges, ce qui semble logique, car il n'y a pas lieu de mettre en avant plutôt la surcharge de vent que la surcharge de glace ou de neige, puisque tout est affaire de région et de climat. Cette réglementation est cependant fortement critiquée en Suisse et elle fait en ce moment l'objet d'une étude de révision (voir dans le *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*

(1) M. Pillonel, *loc. cit.*, cite des poids mesurés de 580 gr. par mètre courant de neige humide sur des fils de 15/10 et de 700 gr. sur des fils de 20/10.

de mars 1918 la discussion très approfondie, par M. Pillonel, des propositions nouvelles). On estime en Suisse, et on en donne la preuve, que le coefficient de sécurité $1/3$ à -20° est trop élevé et qu'il faut le ramener à $1/5$. On estime aussi que l'on doit déterminer par une statistique permanente, pour chaque diamètre de fil, la nature et la valeur de la plus grande surcharge qui peut l'atteindre (vent, neige, glace, suivant la région) et vérifier que, sous cette surcharge, la limite d'élasticité ne sera pas atteinte.

Chercher à déterminer une bonne fois la valeur des surcharges sur lesquelles on doit compter, introduire la notion de la limite d'élasticité qui est le seul critérium de la matière, renoncer à l'emploi du coefficient de sécurité qui est souvent, comme on l'a dit, un coefficient d'ignorance, telles sont les directives actuelles de nos voisins.

Quoi qu'il en soit, il m'a semblé intéressant de voir comment se comporteraient notre aluminium et notre cuivre avec la formule actuelle du règlement suisse, en conservant toutefois la portée normale de 60 m.

Pour le fil de cuivre de 3 m/m. le règlement sera satisfait si on lui donne :

- à $+10^\circ$ en air calme une flèche de 0 m. 45, c'est-à-dire une tension de 9 k., ce qui correspond à un coefficient de sécurité de 4,9;
- à 0° en air calme la flèche deviendra 0 m. 37, la tension 11 k. et le coefficient de sécurité 4,1;
- à -20° en air calme la flèche deviendra 0 m. 27, la tension 15 k. et le coefficient de sécurité 3;
- à $+35^\circ$ en air calme la flèche deviendra 0 m. 70, la tension 6 k. et le coefficient de sécurité 7,5.

Sous l'effort du vent de 72 k. à la température de $+10^\circ$, prévu par notre règlement, la flèche inclinée sera 0 m. 93, la tension 15 k. 5, le coefficient de sécurité 2,9, c'est-à-dire presque le coefficient exigé par notre règlement.

Sous l'effet d'une surcharge de neige de 380 gr. par mètre

courant à 0° C, la flèche atteindra 1 m. 28 et la tension s'approchera de la limite d'élasticité de 24 à 25 k.

Le conducteur de cuivre se comportera donc tout aussi bien et même un peu mieux que dans le cas du règlement français.

Pour le conducteur d'aluminium, le règlement sera satisfait si on lui donne :

- à + 10° en air calme une flèche de 0 m. 35, c'est-à-dire une tension de 3 k. 6, ce qui correspond à un coefficient de sécurité de 5,8 ;
- à 0° en air calme, la flèche deviendra 0 m. 27, la tension 4 k. 7 et le coefficient de sécurité 4,5 ;
- à — 20° en air calme la flèche deviendra 0 m. 18, la tension 7 k. et le coefficient de sécurité 3 ;
- à + 35° en air calme, la flèche deviendra 0 m. 67, la tension 1 k. 86 et le coefficient de sécurité 11,3.

Sous l'effort de notre vent réglementaire de 120/72 k. à + 10°C, la flèche inclinée deviendra 1 m. 355, la tension 10 k. 5, le coefficient de sécurité 1,9. Ce coefficient est évidemment inférieur à notre coefficient réglementaire de 3, mais peut-on prétendre que l'existence de la ligne sera compromise de ce fait ? Je ne le crois pas. L'effort du vent est essentiellement intermittent. Contrairement à l'effet du froid et de la neige, il procède par oscillations brusques qui affectent la résistance vive de la matière et qui ne la fatiguent pas dangereusement, même en la poussant jusqu'à sa limite d'élasticité, puisque dans chaque intervalle de repos, le métal élastique peut reprendre sa cohésion.

Sous l'effet de la surcharge de neige de 380 gr. par mètre courant, la tension, comme pour le cuivre, se rapprochera de la limite d'élasticité, mais en raison même de la grande élasticité de l'aluminium, le conducteur s'allongera relativement davantage de sorte que la tension augmentera beaucoup plus lentement que dans le cuivre et que finalement le conducteur d'aluminium supportera une surcharge relativement plus grande avant de se rompre. C'est pourquoi il n'est pas rare, après de fortes chutes de neige, de voir des conducteurs de cuivre rompus à côté de

conducteurs d'aluminium demeurés intacts. Les résultats graphiques des calculs précédents font l'objet de la figure 5.

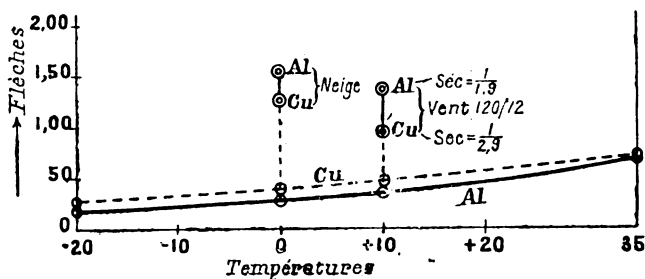


Fig. 5.

Nous voyons donc que la réglementation suisse pourrait nous permettre de réaliser une ligne d'aluminium de moindre flèche, sauf pendant les surcharges momentanées de neige ou de vent, qu'une ligne de cuivre de même diamètre, et dont la sécurité serait la même par les grands froids, un peu moindre, mais encore très suffisante, par les grands vents, et certainement supérieure pendant les chutes de neige.

C'est ce caractère que présenteraient les lignes d'aluminium construites par l'Administration des Télégraphes fédéraux, avec plus de sécurité encore, puisque les portées peuvent être réduites à 50, 45 et même 40 m. C'est ce caractère qu'elles ne peuvent pas présenter actuellement en France, en raison soit de la réglementation existante, soit de la valeur de la portée normale.

La comparaison de l'aluminium aux bronzes de haute résistance et de faible conductibilité, nous amènera de toute évidence à constater que les flèches du bronze seront, à égalité de sécurité, inférieures à celles de l'aluminium.

Au bronze dur, si l'aluminium pur ne pouvait, en suite de ce que nous venons de constater, donner satisfaction à tous les besoins, on pourrait peut-être opposer soit le *duralumin*, soit le conducteur mixte aluminium-acier.

Le duralumin est un alliage à 95 % d'aluminium, avec environ 3 % de cuivre et 1 % de magnésium, dont la conductibilité n'est pas supérieure à 50 % de celle du cuivre, c'est-à-dire com-

parable à celle du bronze dur, mais dont la dureté et la résistance mécanique dépassent le double de la dureté et la résistance mécanique de l'aluminium pur. Ces propriétés sont acquises par un traitement à chaud analogue à la trempe de l'acier. Elles ont été mises à profit dans la construction d'un grand nombre de pièces mécaniques qui exigent à la fois légèreté et résistance, notamment dans l'aéronautique. C'est ainsi que sont faites en duralumin les membrures métalliques des dirigeables rigides et des avions.

Le duralumin se lamine et se tréfile comme l'aluminium.

La comparaison technique et économique du duralumin et du bronze dur se ferait comme nous venons de faire celle de l'aluminium et du cuivre. Le temps ne me permettra même pas de l'effleurer, pas plus qu'il ne me permettra de traiter comme il l'eût fallu l'importante question des câbles d'aluminium avec âme en acier que je ne puis cependant passer complètement sous silence.

CABLES ALUMINIUM-ACIER

Les conducteurs d'aluminium-acier sont constitués par une âme en acier galvanisé de haute résistance mécanique, à un brin ou à sept brins, sur laquelle sont câblés, en une ou plusieurs couches, les fils d'aluminium.

Imaginé en France, ces câbles sont employés depuis 8 ou 10 ans dans les grandes lignes à très haute tension d'Amérique, où ils ont permis la réalisation de portées normales de 200, 250 et même 300 mètres.

En Europe, je ne connais pour l'instant qu'une seule ligne en aluminium-acier. C'est celle que j'ai fait construire pendant la guerre, comme directeur de la Société Hydro-Électrique de l'Eau d'Olle, en Dauphiné, pour la traversée, à 2.000 mètres d'altitude, du massif de Belledonne. Elle comporte 6 conducteurs sous la tension de 60.000 volts dont 3 de 112 mm² de section, dont la charge de rupture est de 2.900 kg., et 3 de 88 mm² de section, dont la charge de rupture est de 2.270 kg. La pose a été faite de manière à permettre aux conducteurs de travailler à leur

limite d'élasticité sous une charge constatée de 9 kg. de glace par mètre courant. Cet ouvrage est soumis, dans la zone élevée, à des températures de -35°C et à des vents d'une très grande violence et cependant, depuis deux ans qu'il a été mis en service, le fonctionnement n'a été interrompu que deux fois, une première fois par suite du glissement d'un support, une autre fois par suite du contact accidentel avec le câble inférieur d'un conducteur trop surchargé de neige.

Cet essai encourageant permet de penser que les câbles aluminium-acier rendront en France de réels services dans la construction des grands réseaux inter-régionaux qui sont actuellement projetés. Aussi la Commission instituée par l'Union des Syndicats de l'Électricité n'a-t-elle pas manqué de mettre ces câbles à l'étude. Une théorie provisoire du travail des métaux de propriétés différentes qui composent ce câble hétérogène lui a été présentée. On en a déduit les propriétés mécaniques et électriques de cet ensemble, considéré comme une masse homogène, et on a dressé les résultats en un tableau dans lequel on a fait figurer les propriétés équivalentes de l'aluminium pur et du cuivre (tableau IV, page 406).

Il faudrait une conférence spéciale rien que pour commenter ce tableau et en tirer les conclusions nécessaires. Je me contenterai de vous donner trois chiffres : si, d'après le règlement français actuel, qui n'est pas favorable aux métaux légers, on tend sur une portée de 300 m., avec la même condition de sécurité, trois câbles de conductibilité équivalente, l'un en cuivre de 92 mm^2 , l'autre en aluminium de 153 mm^2 , le troisième en aluminium-acier de 189 mm^2 , la flèche maxima du câble d'aluminium sera de 13 m., celle du câble de cuivre sera de 11 m., et celle du câble d'aluminium-acier de 8 m. 20.

Je crois que de tels conducteurs méritent d'être mis à l'essai dans la construction des grands réseaux télégraphiques et téléphoniques aériens.

TABLEAU IV

COMPARAISON DES PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES ET ÉLECTRIQUES DE L'ALUMINIUM COMMERCIAL, DU CUIVRE COMMERCIAL, DE L'ALUMINIUM-ACIER A 7 BRINS, DE L'ALUMINIUM-ACIER A 37 BRINS.

	Aluminium commercial	Cuivre commercial	Alum.-acier à 7 brins	Alum.-acier à 37 brins	Acier
Poids spécifique, en gr. : cm ³	2,7	8,95	3,55	3,85	7,80
Conductibilité électrique (relative)	60	100	51,5	19	0 (1)
Coefficient de dilatation linéaire	$22,8 \times 10^{-6}$	16×10^{-6}	$18,2 \times 10^{-6}$	$17,25 \times 10^{-6}$	$11,5 \times 10^{-6}$
Tension de rupture, en kg. : mm ²	20	42	29	32	100 à 120
Limite d'élasticité, en kg. : mm ²	11 à 12	23 à 25	16	17 à 18	90 à 95
Coefficient d'allongement } cable	148×10^{-6}	78×10^{-6}	127×10^{-6}	115×10^{-6}	$45,4 \times 10^{-6}$
Module d'élasticité, en } kg. : mm ²	6.750	13.000	—	—	au max. (2)
Rapport des sections à égalité de conductibilité	5.400	10.300	7.830	8.680	22.000
Rapport des diamètres — — — — —	1.666	1	1.943	2,05	au minimum
Rapport des poids — — — — —	1,29	1	1.395	1,43	
Poids d'un câble en kg. par mm ² de section totale et par km. de longueur	0,5	1	0,73	0,835	
Résistance kilom. à 0°, en ohms, d'un câble de S mm ² de section	2,84	9,4	3,55	3,85	
Tension max. en kg. : mm ² d'un conducteur suspendu	28,6	17,2	33,1	35,2	
Avec coef. de sécurité = 3	$\frac{S}{3}$	$\frac{S}{14}$	$\frac{S}{9,7}$	$\frac{S}{10,7}$	
Avec coef. de sécurité = 5	4	8,5	5,8	6,4	
Avec coef. de sécurité = 10	2	4,25	2,9	3,2	
Tension critique en volts, produisant l'effet de couronne, à égalité de conductibilité	$1,20 \times n$	n	$1,23 \times n$	$1,27 \times n$	

(1) On ne tient pas compte de la présence de l'acier, au point de vue de la conductibilité électrique, dans les câbles aluminium-acier.

(2) L'accroissement du module d'élasticité de l'acier augmente la résistance mécanique du câble en faisant supporter à l'âme d'acier une part plus grande de la tension totale.

MISE EN ŒUVRE DES CONDUCTEURS D'ALUMINIUM

Le fil de cuivre exige une manipulation très scrupuleuse, disait-on, il y a 30 ans, dans les Manuels de télégraphie pratique, aux monteurs habitués à manipuler le fer. C'est exactement le même raisonnement qu'il faut tenir aujourd'hui, pour l'aluminium aux monteurs habitués à manipuler le cuivre.

Les tourets et les couronnes d'aluminium doivent donc naturellement faire l'objet, depuis l'atelier de fabrication jusqu'au montage, d'une série de précautions parmi lesquelles je mentionnerai seulement la vérification minutieuse et sévère de la surface du conducteur sur toute sa longueur, car une blessure superficielle dans les fils tréfilés n'agit pas seulement par diminution de la section mais surtout par diminution de la cohésion du métal dans la section atteinte et par conséquent de la résistance vive.

C'est cette crainte de la blessure qui a engagé les électriciens à renoncer aux conducteurs massifs pour n'admettre que des conducteurs câblés malgré les inconvénients inhérents à leur constitution, plus grand poids, plus grand diamètre apparent, plus grande résistance électrique linéaire.

La *fixation* des conducteurs sur les isolateurs doit être faite de manière à éviter, sur la porcelaine ou sur le verre, tout frottement continu qui pourrait à la longue user le métal et entraîner la rupture. L'intercalation d'une petite bande d'aluminium enroulée autour du conducteur constitue une bonne précaution contre cet accident. Les modes de fixation habituels à l'aide d'un fil à ligature ou à l'aide d'une baguette enroulée en spires jointives sur le conducteur de part et d'autre de l'isolateur donnent d'excellents résultats (fig. 6).

La *jonction* des lignes aériennes ne doit pas se faire par soudure car cette opération altère les propriétés mécaniques du métal. Une jonction excellente, qui n'introduit pas de résistance appréciable dans le conducteur, est obtenue à l'aide du manchon ovale en aluminium recuit qui emprisonne sous une forte pres-

sion après torsion, les extrémités à raccorder préalablement bien nettoyées (fig. 7).

Il peut arriver que l'on ait à jonctionner entre eux des conducteurs de cuivre et d'aluminium. On pourrait alors craindre les

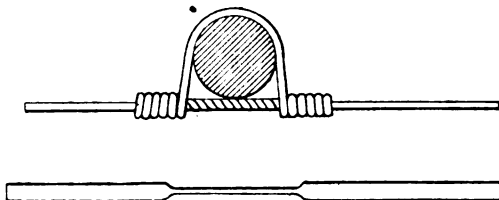


Fig. 6.

phénomènes thermiques dus à l'effet Peltier ou les phénomènes chimiques dus à la présence accidentelle d'un électrolyte, mais l'effet Peltier est insensible. Quant aux actions électrolytiques, qui ne risquent de se produire que dans des cas très rares, par

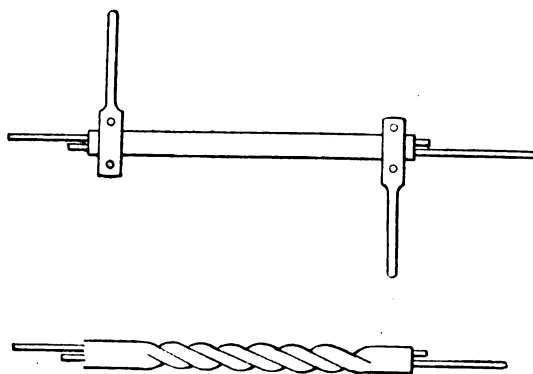


Fig. 7.

exemple dans des salles d'accumulateurs, il est facile de les éviter, soit en étamant ou en galvanisant le cuivre, l'étain et le zinc étant plus près de l'aluminium dans la série électro-chimique que le cuivre, soit mieux encore, en recouvrant le joint une fois fait de plusieurs couches de peinture ou de vernis.

Dans les conducteurs isolés des câbles sous plomb, on devra

recourir à la jonction par soudure. Cette soudure, un peu délicate pour les pièces de grosses dimensions, en raison de la formation rapide d'une pellicule d'oxyde qui s'oppose au contact intime de métal à métal, se fera sans difficulté pour les conducteurs de petit diamètre à l'aide du procédé de soudure autogène employé dans les tréfileries pour le raccordement des brins. Ce procédé consiste dans l'emploi d'un fondant à base de chlorures alcalins qui dissolvent l'alumine au fur et à mesure de sa formation et qui empêchent l'accès de l'air au contact des extrémités chauffées.

Mais la soudure n'est pas indispensable dans la jonction des conducteurs de câbles sous plomb; elle a d'ailleurs l'inconvénient de gêner les modifications ultérieures et la recherche des défauts; — le joint américain Matthews, très employé aux États-Unis, permet d'effectuer les jonctions des fils sous plomb avec ou sans soudure (fig. 8).

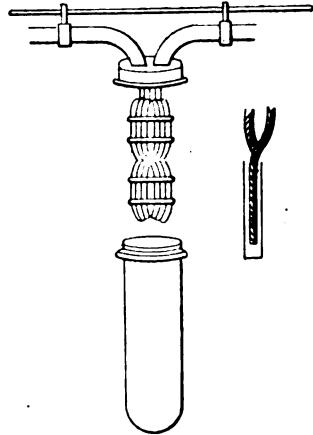


Fig. 8.

AUTRES APPLICATIONS DE L'ALUMINIUM

L'aluminium peut être forgé, laminé, étiré, embouti, estampé, décolleté, fondu et moulé aussi facilement que le cuivre et le laiton. C'est dire que l'on peut fabriquer en aluminium, avec le même succès, sauf quelques rares exceptions, tout le petit appareillage et tous les objets actuellement construits en cuivre ou en laiton. Pour les moulages cependant, la fonte d'aluminium (Al. 90, — Sn 5 à 1, — Cu 2 à 5) est supérieure à l'aluminium pur. Cette fonte se moule bien au sable et en coquille. Avec ce dernier procédé, les pièces ont un aspect de fini très satisfaisant et un degré de précision permettant de supprimer une grande partie et souvent la totalité des opérations d'usinage. On obtient

ainsi des plaques indicatrices, des bagues, des boîtiers, des couvercles, des carters, des manettes, des poignées, des volants de manœuvre, des leviers, des cadres, des socles, des contacts, des clés de manœuvre, des supports et griffes de lampe, des lanternes, des appliques, des consoles, des roues dentées de compteurs, des vis, etc.

Pour leur donner un bel aspect, ces pièces peuvent être nickelées, car le nickelage réussit parfaitement sur des alliages de 0 à 10 % de cuivre.

Par découpage, estampage et emboutissage, avec quelques recuissons à 350 ou 400°, on peut fabriquer sans crique ni rupture des douilles de lampe, des aiguilles, des amortisseurs, des disques de compteurs, des réflecteurs, des armatures de tubes isolants, etc.

Je n'en finirai pas d'énumérer toutes les pièces qui sont déjà ou peuvent être construites en aluminium, dans le matériel de chemins de fer, de tramways, dans les machines électriques, dynamos, alternateurs, transformateurs, moteurs, connexions de toutes dimensions, etc. Mais au cours de cette énumération aride, vous avez déjà entrevu tout le parti que l'on pouvait tirer de l'aluminium dans la construction du matériel de téléphonie et de télégraphie, de radiotélégraphie, de radiotéléphonie, de poste pneumatique, etc. Toute énumération nouvelle serait donc superflue.

A côté des conducteurs qui peuvent absorber un tonnage important de métal, tous ces objets sont menus et légers, mais répétés par milliers, ils absorberont eux aussi une part respectable de notre production nationale et contribueront dans la même mesure au soulagement de notre dette extérieure. A ce titre, ils sont donc également dignes de votre attention.

CONCLUSION

L'aluminium a fait ses preuves dans le transport, la distribution et la production de l'énergie électrique. On peut dire, au moins pour le transport et la distribution, qu'il est maintenant considéré comme l'équivalent du cuivre au point de vue technique, tandis qu'il lui est généralement supérieur au point de vue économique.

En matière de télégraphie et de téléphonie, l'expérience, sauf dans l'appareillage, fait encore défaut, mais il y a de sérieuses présomptions pour que l'aluminium puisse aussi, dans cette industrie, prendre une place importante.

NOTE ANNEXE

ANALYSE CHIMIQUE D'UN ÉCHANTILLON D'ALUMINIUM

Méthode de dosage. — On dose, dans les échantillons prélevés, le silicium et le fer; l'aluminium est obtenu par différence.

1° *Dosage du silicium.* — On pèse 2 gr. exactement de métal que l'on place dans une capsule de porcelaine à fond plat de 250 cm³ de contenance; on y ajoute 50 cm³ d'un mélange composé comme suit :

Acide nitrique pur (densité 1,42).....	100 cm ³
Acide chlorhydrique pur (densité 1,20).....	300 —
Acide sulfurique pur (densité 66°).....	100 —
Eau distillée.....	100 —

L'attaque se fait à froid et se trouve complètement terminée en 10 ou 12 minutes. Lorsque le métal est complètement dissous, on ajoute 15 cm³ d'acide sulfurique pur et on chauffe la capsule sur un bec Bunsen jusqu'à l'apparition des fumées blanches. Cette opération a pour but d'insolubiliser la silice.

La capsule est retirée du feu à ce moment et mise à refroidir pendant 10 minutes environ. On ajoute 100 à 150 cm³ d'eau distillée pour dissoudre le sulfate d'alumine formé, et, s'il y a lieu, on broie les croûtes cristallines avec un agitateur en verre, on porte ce mélange à l'ébullition, tout se dissout, la liqueur devient claire; seule la silice insolubilisée surnage en flocons.

On filtre alors sur un filtre sans cendres, on lave par décantation et à la fin on termine le lavage sur filtre jusqu'à ce que le liquide filtré ne précipite plus par le chlorure de baryum, ce qui indique que tout le sulfate est éliminé. Le filtre et son contenu sont placés dans un petit creuset en porcelaine. On porte le tout au moufle, on calcine à la température du moufle pendant 10 minutes. On met le creuset à refroidir au dessiccateur, puis on pèse le contenu du creuset.

Ce précipité renferme la silice. Le poids trouvé multiplié par 0,47 et par 50 donne le Si %.

2° *Dosage du fer.* — On pèse également 2 gr. de métal exactement, que l'on met dans un matras à fond plat de 500 cm³ de contenance avec 50 cm³ d'un mélange ainsi composé :

Acide chlorhydrique pur (22° B.).....	500 cm ³
Eau distillée.....	500 —

et on laisse l'attaque se produire à froid ; quand elle se fait mal, on accélère en chauffant un peu. L'attaque étant complètement terminée (ce que l'on constate par la cessation de tout bouillonnement), on ajoute à la liqueur, au moyen d'une pipette de 5 cm³, une liqueur manganèse ainsi composée :

Sulfate de manganèse pur.....	50 gr.
Acide phosphorique pur (à 65 %)....	100 cm ³
Acide sulfurique pur.....	100 —
Eau distillée, compléter à.....	1 litre

On ajoute au liquide 150 cm³ environ d'eau distillée, puis on titre sur le contenu total du matras avec une solution de permanganate de potassium contenu dans une burette de Mohr, la liqueur est décolorée et on arrête le titrage au moment où le contenu du matras prend une faible coloration rose. On lit alors le nombre de centimètres cubes de solution employée. La liqueur de permanganate est préparée de telle façon qu'un centimètre cube corresponde à 2 milligrammes de fer, soit à 0,10 %.

Le but de l'emploi de la solution manganèse est d'empêcher que du chlorure provenant d'une décomposition éventuelle de l'acide chlorhydrique de la liqueur d'attaque ne réagisse sur la solution de permanganate.

LE MULTIPLE AUTOMATIQUE DE LEEDS ⁽¹⁾

Par M. BARRAL,
Ingénieur des Postes et Télégraphes.

Le multiple automatique de Leeds a été inauguré le 18 mai 1918.

Il y avait déjà en service un multiple manuel ; pour éviter des dépenses considérables de câbles, l'administration décida de réunir les deux multiples ligne à ligne et l'on n'eut plus ensuite qu'à couper les connections du multiple manuel. Ce système, bien que plus compliqué, ne donne pas beaucoup plus de dérangements que les liaisons directes que l'on a effectuées depuis.

Le multiple manuel Siemens est situé à 300 yards du multiple automatique. Les connections entre des abonnés de ces deux multiples exigent un dispositif spécial sur lequel je reviendrai plus loin.

Les spécifications du multiple automatique sont les suivantes :

1° Chercheurs de ligne :	Primaires.....	6.568
—	Secondaires.....	1.100
2° Contrôleurs :	Primaires.....	136
—	Secondaires.....	55
—	Rotatifs.....	5
3° Premiers sélecteurs :	Abonnés.....	450
—	Manuels.....	200
—	Subexchanges.....	186
—	Service.....	3
4° Deuxièmes sélecteurs :	Abonnés.....	405
—	Manuels.....	200
—	Subexchanges.....	171
—	Spéciaux (n°s d'appel 90-91-92).....	54
(Télégraphes n° 90, réclamations n° 91, service n° 92.)		

(1) *Automatic Telephone Manufacturing Co Ltd.*

5° Troisièmes sélecteurs : Abonnés.....	724
— Manuels.....	724
— Subexchanges.....	724
6° Connecteur : Non rotatifs (aux lignes).....	580
— Rotatifs (aux P. B. X.) (1).....	184
— Test.....	68
— Service.....	68
7° Tables spéciales : Test.....	6
— Service.....	3
— Relevés de dérangements.....	5
— Compteur de conversations.....	6.800
8° Translateurs : A l'arrivée.....	86
— Au départ.....	350
9° Relais spéciaux D'alarme.....	93
— A Dash-pot.....	7
— Supervision.....	48
— Sonnerie polarisée.....	1

L'équipement actuel est légèrement supérieur mais les nombres donnés sont ceux du trafic actuel (novembre 1919), le fonctionnement de ce multiple nécessite 54.346 relais et 2.870 lignes intérieures.

Le trafic de Leeds est particulièrement intense ; Leeds est, en effet, une grande ville industrielle, elle a donc un trafic urbain considérable ; mais elle est aussi un centre d'affaires très importantes, et son multiple a été prévu pour que les communications puissent s'établir facilement avec les bureaux téléphoniques voisins et avec les autres grandes villes d'Angleterre.

Ces diverses raisons ont amené les ingénieurs anglais à s'occuper tout spécialement des liaisons intérieures de l'automatique pour accroître son rendement et économiser du matériel.

La figure 1 représente le schéma des connections intérieures de l'automatique de Leeds.

Pour mieux utiliser les appareils aiguilleurs et éviter que certains travaillent exagérément aux heures de gros trafics, les abonnés sont répartis en groupes à peu près équivalents à l'aide

(1) P. B. X... « Private Branch Exchange » indique les postes multiples desservis par une ou plusieurs lignes de réseau (poste principal et postes supplémentaires).

d'un répartiteur intermédiaire situé entre les chercheurs primaires et les chercheurs secondaires.

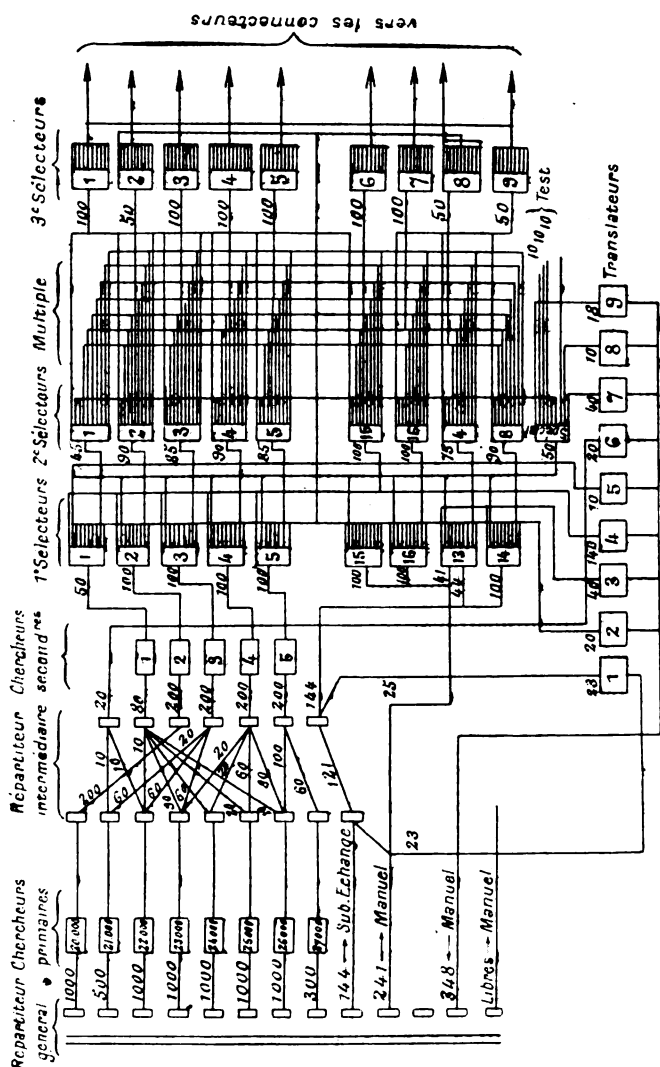


Fig. 1. — Connections de l'automatique de Leeds.

Entre ces deux séries de chercheurs, on a ajouté des jonctions supplémentaires à cause des abonnés qui ont plusieurs postes supplémentaires desservis par une ou plusieurs lignes et des

abonnés à grand trafic. Dix lignes auxiliaires sont en général nécessaires pour cent abonnés mais pour les abonnés spéciaux, on a mis vingt lignes.

Il y a cinq groupes de sélecteurs desservant les abonnés automatiques directs.

A côté de ces groupes on en a prévu un certain nombre pour desservir les abonnés du multiple automatique et de l'interurbain. Il y a 241 lignes venant du bureau manuel et 144 venant de l'interurbain, chacune d'elles aboutit à un premier sélecteur de l'automatique.

Les appels de ces abonnés sont distincts des appels des abonnés automatiques jusqu'à ce qu'ils atteignent les troisièmes sélecteurs.

Par une convention généralement admise, chaque fois qu'un abonné *diale* (1) 0 (zéro), il est mis en communication avec le multiple manuel ; de même quand il demande un abonné d'un autre bureau.

De la rangée 0 des premiers sélecteurs partent 200 lignes qui aboutissent au multiple manuel et qui sont réservés aux appels des abonnés automatiques.

Ces appels passent par un translateur sans renversement.

Les fonctions du translateur répéteur d'appel sont les suivantes :

a) Mettre le courant de conversation sur le circuit de l'abonné demandeur, le circuit du multiple manuel ne pouvant effectuer cette opération ;

b) Procurer à l'abonné demandeur la communication avec tout abonné desservi par le multiple manuel.

Si un abonné étranger au multiple est demandé, il ne peut être prévenu qu'indirectement.

Dix lignes auxiliaires sont réservées aux appels des cabines publiques munis de postes à prépaiement (*coin-box*) passant par le multiple manuel ; l'appel est toujours fait en *dialant* zéro (0), on allume à la table d'opératrice une lampe rouge qui renseigne sur la qualité de l'abonné demandeur.

(1) Verbe dérivé du mot anglais *dial* qui signifie « disque d'appel ».

Les appels venant des autres bureaux passent par un translateur à renversement de courant. Il est nécessaire de renverser ainsi le sens du courant de la batterie pour permettre de contrôler les conversations par l'allumage d'une lampe de supervision au bureau demandeur.

Un autre type de translateur à renversement est employé pour permettre de compter l'appel par télégramme. Ce translateur est connecté à la rangée 90.

Il y a encore des translateurs sans renversement et sans système de contrôle pour les lignes particulières suivantes :

Lignes réunissant les sélecteurs sans emploi au multiple manuel ;

Lignes aboutissant aux rangées 91 et destinées aux réclamations ;

Lignes aboutissant aux rangées 92 et destinées aux appels officiels.

Un groupe de 23 translateurs est utilisé par les appels des autres bureaux trop éloignés de Leeds pour permettre l'emploi du disque.

Les cabines publiques où l'abonné demandeur pouvait converser dès qu'il avait engagé une pièce de un penny dans un système automatique ont été abandonnées.

On a conservé toutefois ce système pour les cabines privées ; dans ce cas, c'est l'abonné qui perçoit le prix des conversations.

Les lignes d'appel des cabines vont au multiple manuel en passant par les translateurs qui procurent le courant des batteries aux transmetteurs de ces cabines.

L'appel dans une cabine publique est fait dès que le récepteur est décroché, cet appel est reçu au multiple manuel qui fait l'appel à l'automatique avec le disque.

Il y a 109 bureaux d'appel qui fonctionnent dans ces conditions ; 20 lignes auxiliaires sont suffisantes pour permettre à ce multiple manuel de transmettre les appels de ces bureaux à l'automatique.

Je vais rentrer maintenant dans le détail de quelques particularités de l'exploitation de Leeds.

Les divisions de cette matière sont les suivantes :

- A) L'abonné demandeur est desservi par un autre bureau :
 - 1) Cet autre bureau est important et muni d'un multiple ;
 - 2) Cet autre bureau est peu important.
- B) L'abonné demandeur est desservi par l'automatique, le demandé par un autre bureau :
 - 1) Ce bureau est muni d'un multiple ;
 - 2) Ce bureau est peu important.
- C) Ce bureau est réuni au multiple manuel par une ligne à grande distance :
 - 1) L'abonné demandeur fait l'appel dans un bureau à batterie centrale intégrale ;
 - 2) L'abonné demandeur est desservi par l'automatique ;
 - 3) Le bureau relié à l'automatique est à appel magnétique.
- D) 1) L'appel est fait par l'automatique à un abonné du multiple manuel ;
 - 2) Opération inverse ;
 - 3) Variante du système.

A. — L'ABONNÉ DEMANDEUR EST DESSERVI PAR UN BUREAU DISTINCT DE L'AUTOMATIQUE

Tous les bureaux qui sont desservis par le multiple automatique de Leeds sont pourvus de disques, l'appel à l'automatique est fait directement par l'opératrice dès qu'elle a reçu le numéro demandé :

- 1) Le bureau est important et muni d'un multiple.

Chaque opératrice reçoit l'appel sous une forme qui lui indique que l'abonné demandé est desservi par l'automatique.

Une clef en série sur un dicorde met le disque en série et l'appel à l'automatique est envoyé directement par le disque de l'opératrice aux premiers sélecteurs.

- 2) Le bureau n'a pas de multiple et est peu important.

La clef *dialante* est sur le circuit des lignes de jonction.

B. — L'ABONNÉ DEMANDEUR EST DESSERVI PAR L'AUTOMATIQUE, L'ABONNÉ DEMANDÉ EST DESSERVI PAR UN BUREAU DISTINCT DE L'AUTOMATIQUE

a) *Ce bureau est muni d'un multiple.*

L'opération s'effectue par l'intermédiaire du multiple manuel (voir fig. 2).

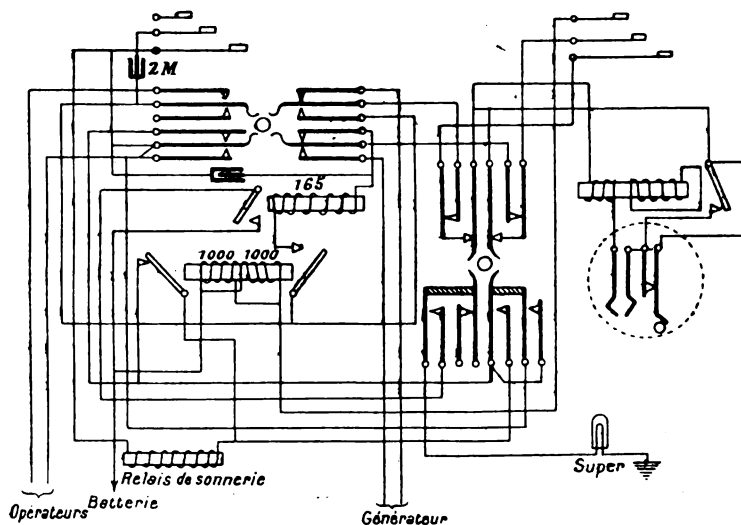


Fig. 2. — Équipement d'un subexchange à multiple manuel.

La clef *dialante* est sur le circuit de dicorde de l'opératrice dont voici les diverses opérations :

- 1) L'opératrice du multiple manuel desservant le bureau de l'abonné demandé enfonce sa fiche dans une ligne de jonction libre de l'automatique ;
- 2) Le relais B fonctionne, coupe l'indicateur de sonnerie et ferme le circuit du relais polarisé A ;
- 3) Le relais A fonctionne. Le courant vient du relais des lignes du premier sélecteur ; une lampe de supervision s'allume au bureau de l'abonné demandé ;
- 4) L'opératrice pousse la clef *dialante* D et *diale* le numéro

demandé. La clef D met le disque directement sur la ligne par l'intermédiaire du relais C;

C'est le mouvement du disque qui ferme le circuit de C.

5) Dès que l'abonné demandé décroche, le sens de la batterie est renversé au connecteur, l'armature du relais polarisé A retombe; cette armature coupe alors la lampe de supervision;

6) Quand l'abonné demandé accroche son récepteur, la batterie est redressée au connecteur, le relais A fonctionne, la lampe de supervision s'allume, l'opératrice coupe les connections;

7) C'est l'abonné demandé qui règle la fin de l'occupation. C'est là une difficulté qu'on a essayé de tourner.

Mais un inconvénient plus grave de ce mode d'exploitation est le suivant :

Quand l'opératrice introduit la fiche dans le jack de jonction, la tête de cette fiche lie la ligne dès qu'elle rencontre les premiers contacts et une impulsion est envoyée aux sélecteurs.

Cet inconvénient, bien que très réel, puisqu'il provoque l'ascension de l'arbre du sélecteur d'un cran, est facile à tourner, on introduit rapidement la fiche et l'on ralentit l'action du relais C.

Si on ne prend pas ces précautions, l'abonné trouve une ligne occupée là où réellement il y a une ligne libre.

Pour éviter tout accident de cette nature, on a disposé la clef *dialante*, de telle sorte qu'elle laisse le circuit ouvert jusqu'à ce que le disque soit sur le circuit de ligne, il suffit de pousser la clef *dialante* après avoir introduit la fiche.

Le test est fait en poussant la clef D dans la position non *dialante*.

Une lampe s'allume si l'opératrice *diale* après avoir mis la clef D dans la position convenable.

b) *Le bureau n'est pas muni d'un multiple* (fig. 3).

Les liaisons intermédiaires sont, dans ce cas, plus simples. Il faut remarquer :

1) La clef *dialante* D et le relais polarisé sont en permanence sur la ligne de jonction;

2) L'introduction de la fiche ne ferme la ligne que lorsqu'elle est enfoncée à fond.

C. — LA LIGNE DE LIAISON A UNE GRANDE RÉSISTANCE (FIG. 4)

Un translateur spécial est interposé entre le premier sélecteur et la batterie commune, car l'appel *dialé* ne peut pas être reçu directement à cause de la trop grande distance.

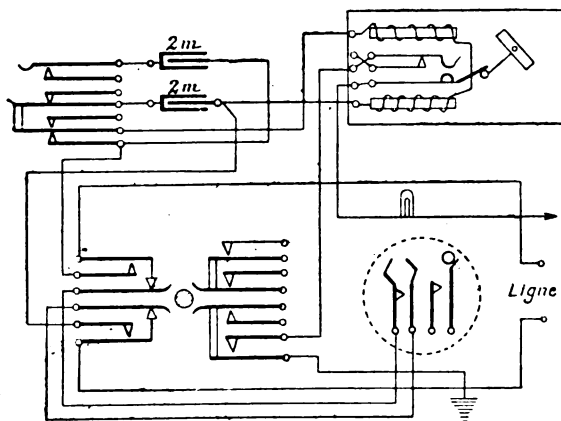


Fig. 3. — Équipement d'un subexchange sans multiple manuel.

Dans ce cas, la résistance de la ligne est au moins de 750 ohms :

a) *Le poste du demandeur est à batterie centrale intégrale.*

Les opérations successives sont :

1) L'opérateur du bureau demandeur met la fiche dans un jack de jonction.

2) Le courant de la batterie de 46 volts de l'automatique va à la résistance pure de 1.300 ohms au relais A, une branche de l'enroulement du translateur, ligne de jonction, un enroulement du relais de supervision, batterie-24 volts, terre.

Le relais A fonctionne. Le relais de supervision ne fonctionne pas car le courant dans un seul enroulement est insuffisant, l'armature du relais de supervision ne court-circuitant pas la lampe de supervision, cette dernière s'éclaire.

3) L'armature du relais A ferme le circuit du relais B à action ralentie.

Le relais B fonctionne et le fil de libération est mis à la terre.

4) Le relais de ligne du sélecteur fonctionne (un enroulement de la bobine du translateur, contact repos et armature relais E, contact travail et armature relais A, résistance 300 ohms, terre).

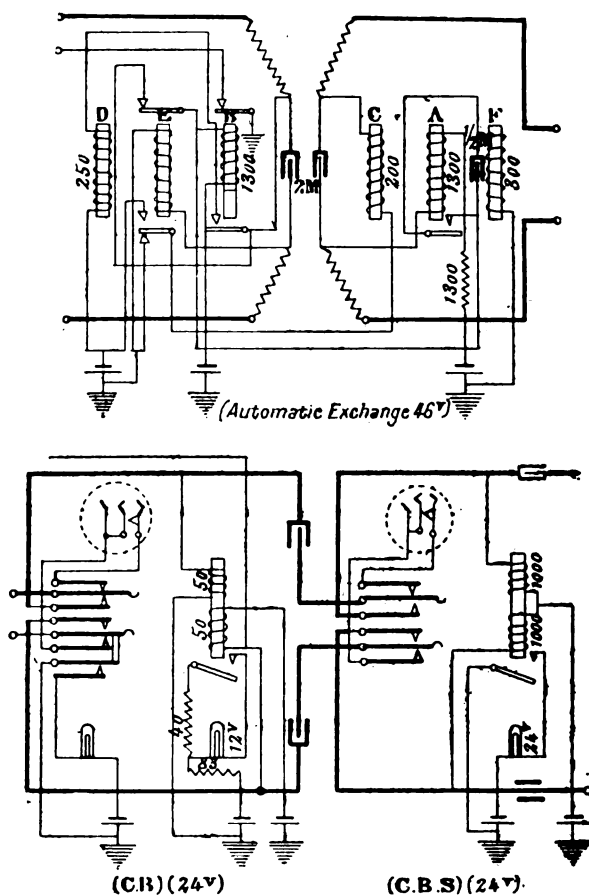


Fig. 4. — Cas d'une ligne à grande résistance.

5) L'opératrice pousse la clef *dialante*, la clef de sonnerie et *diale* le numéro demandé.

Le relais A fonctionne à chaque impulsion reçue et ces impulsions sont transmises par induction aux sélecteurs.

6) Dès que l'abonné demandé répond, la ligne est complète-

ment libre de tout appareil entre le translateur et le téléphone de l'abonné demandé.

En effet, le connecteur est immédiatement libéré dès que le dernier chiffre a été transmis car le relais de libération avait été mis à la terre précédemment par le relais R.

Le téléphone de l'abonné demandé est alimenté par le courant qui traverse le relais D, le contact de travail et l'armature de B; l'enroulement du translateur, le premier fil de ligne, un enroulement du translateur, le relais E, la terre.

7) Le relais E fonctionne et ferme le circuit du deuxième enroulement du relais de supervision (contact travail, armature relais E, enroulement translateur, deux enroulements du relais, supervision, terre), le relais de supervision opère et shunte la lampe de supervision qui s'éteint.

8) Si l'abonné demandé est occupé, le connecteur laisse passer un courant intermittent par le deuxième fil et la terre, le relais E fonctionne par intermittence et la lampe de supervision scintille sans s'allumer.

9) Quand l'abonné demandé accroche son récepteur, le relais E cesse de fonctionner, l'armature du relais de supervision retombe et la lampe s'éclaire.

10) L'opérateur coupe les connections et libère ainsi le translateur et les sélecteurs.

b) *Le poste du demandeur est à batterie centrale de signalisation.*

Le relais de supervision est un relais différentiel de très grande résistance.

La résistance pure de 1.500 ohms, qui est intercalée entre le relais A et la batterie, est supprimée.

Les opérations sont les mêmes que dans le cas précédent.

c) *Le poste du demandeur est à appel magnétique* (voir fig. 2 et 3).

Le relais A est remplacé par un relais différentiel : 500 + 500 ohms.

Les opérations sont les mêmes que pour le bureau du type précédent.

D. — COMMUNICATION ENTRE ABONNÉ DU MULTIPLE AUTOMATIQUE
ET ABONNÉ D'UN MULTIPLE MANUEL ET INVERSEMENT

Le circuit de dicorde de l'opératrice chargée de desservir les lignes de liaison entre les deux multiples est du type usité pour les bureaux à batterie centrale intégrale à 24 volts pour lignes courtes dont ne peuvent pas fournir la batterie aux abonnés.

La solution simple consisterait à employer le troisième fil pour chaque paire venant du multiple manuel et allant au multiple automatique mais c'est une solution coûteuse pour Leeds où les deux multiples sont distants de 300 yards ; aussi elle a été rejetée.

On a laissé aussi de côté une solution semblable à celle adoptée par les bureaux à batterie centrale intégrale et n'exigeant que deux fils.

Le type actuel est un système à translateur (voir fig. 5).

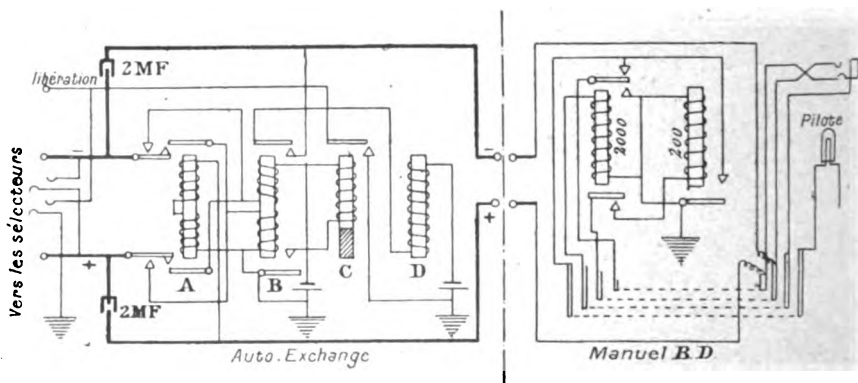


Fig. 5. — Translateur pour multiple manuel. (Type 1.)

Les lignes de jonction aboutissent, comme je l'ai dit plus haut, aux rangées 0 des premiers sélecteurs (aux rangées 9 pour les lignes de service).

La série des opérations successives est la suivante :

1) L'abonné *diale* 0 ; le premier sélecteur trouve une ligne libre sur la rangée 0.

2) Le relais A du translateur fonctionne, la batterie est mise sur le circuit du transmetteur du demandeur.

3) Le relais B à action retardée fonctionne et met le troisième fil à la terre, il ferme le circuit de la bobine D et ainsi appelle l'opératrice du multiple manuel, cette opératrice enfonce la fiche qui ferme le circuit de 200 ohms.

4) La batterie est mise sur le circuit de jonction relais de 200 ohms, premier fil de ligne ; bobine 2, deuxième fil de ligne, terre.

Le relais de supervision fonctionne et empêche la lampe de s'allumer.

5) L'opératrice termine la connection.

6) L'abonné automatique accroche son récepteur en fin de conversation.

7) Le relais A est coupé et coupe le relais D.

Le relais B fonctionne mais le relais C met une terre sur le troisième fil quand elle n'y est plus que par le relais B.

Il en résulte que les sélecteurs ne sont pas libérés.

8) L'opératrice coupe les connections, le relais C cesse de fonctionner et la ligne est rendue libre mais le signal de fin n'est pas donné à l'opératrice, on a proposé deux solutions :

Le signal de fin peut être donné à l'opératrice par l'abonné demandeur, il doit, pour donner ce signal, faire mouvoir rapidement et plusieurs fois de suite, le crochet de son récepteur.

Le relais A répond à ces impulsions et la lampe de supervision scintille.

Un autre moyen aussi pratique consiste à faire mouvoir plusieurs fois son disque en laissant le récepteur décroché ; dans tous les cas, le contrôle de la conversation est fait chez l'abonné demandeur.

Voici encore un autre translateur employé à Leeds. Il est à renversement de batterie et remplit ainsi une des fonctions du connecteur (fig. 6).

La lampe de supervision du bureau extérieur étant commandée par un relais polarisé, il faut, pour qu'elle s'éclaire, que le courant soit renversé dans le relais.

Les opérations sont à peu près les mêmes que dans le cas précédent :

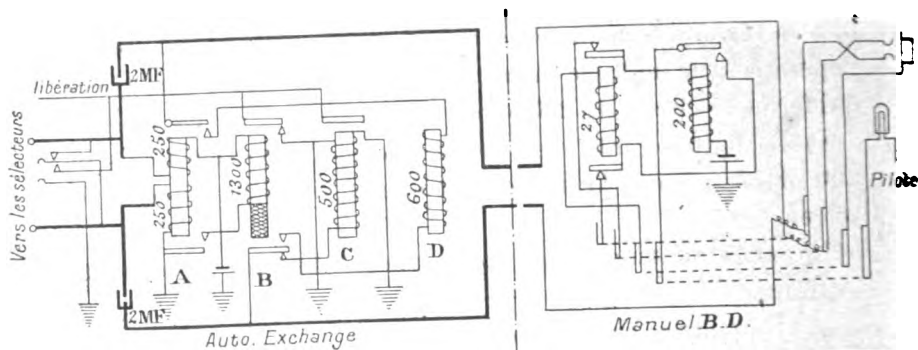


Fig. 6. — Translateur pour multiple manuel. (Type 2.)

1) Le relais B fonctionne dès que l'abonné diale.

Le relais B ferme le circuit du relais C qui met à la terre le troisième fil.

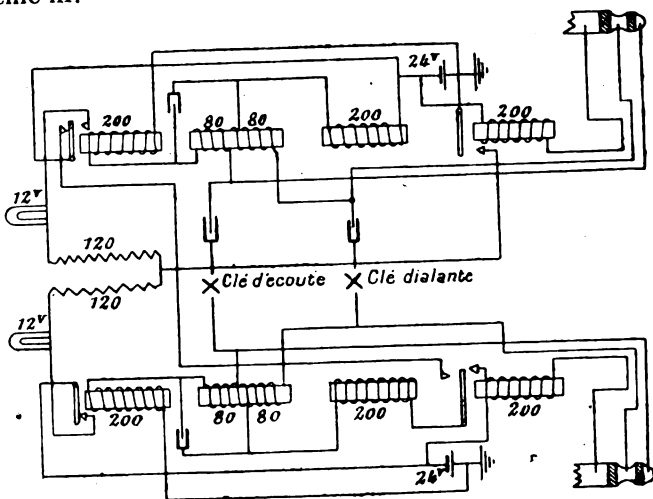


Fig. 7. — Dicorde pour meuble manuel
(commun aux translateurs des figures 5 et 6).

2) L'opératrice est appelée par la batterie qui traverse la bobine D, le contact de travail B, multiple manuel, terre.

3) Dès que l'opératrice a répondu, la batterie du traducteur fait fonctionner le relais de supervision et éteint ainsi la lampe de supervision.

La batterie est alors à la terre au relais A qui fonctionne.

4) Le relais A inverse le sens de la batterie (comme un connecteur).

5) L'opératrice retire sa fiche du jack de jonction dès que la conversation est terminée. Le relais A est coupé, la batterie est coupée, le relais de supervision donne le signal de fin. La ligne est libre et coupe le relais C.

Le troisième fil n'est plus à la terre, le relais de libération fonctionne et les sélecteurs reviennent à leur position normale.

CONCLUSION

Le multiple automatique de Leeds est une très belle réalisation du système Strowger. Les conditions d'établissement étaient particulièrement difficiles car on était lié par un réseau déjà existant. Le Post Office anglais, en plus de ses propres lignes, avait à utiliser les lignes de la Société générale des Téléphones qui venaient d'être rachetées.

Les modalités d'exploitation n'étaient pas les mêmes ; un grand nombre de bureaux avaient des équipements particuliers. Des bureaux qui étaient restés jusqu'à ce moment autonomes, ont été reliés au bureau principal. Enfin il a fallu laisser subsister tous les procédés d'exploitation que le public connaissait et auxquels il était habitué.

Ajoutons à ces difficultés multiples, le souci d'assurer un trafic considérable dans une région très étendue et où les relations extérieures sont très importantes.

Enfin une dernière et très importante préoccupation : celle de l'avenir à prévoir et à organiser.

Les Ingénieurs du Post Office ont résolu tous ces problèmes d'une manière très heureuse dans l'ensemble. L'automatique de Leeds fonctionne merveilleusement.

Les dérangements dus à l'automatisme du système sont à peu près nuls (1,9 à 2 % des dérangements totaux).

On ne peut pas prévoir dès maintenant si leur nombre ne s'accroîtra pas avec le temps car il faudra tenir compte de l'usure, des mauvais contacts, etc.

Les Ingénieurs du Post Office ont pris dès maintenant des dispositions pour prolonger la vie de leur installation :

1) Essai de tous les appareils et de tous les contacts. Ces essais se poursuivent progressivement de la manière la plus systématique. Pas un contact n'est laissé sans examen.

2) Propreté rigoureuse : le sol est pavé de mosaïque polie ; les ouvertures sont disposées en chicanes pour que les poussières ne viennent pas de l'extérieur. Les appareils sont tous rangés dans des meubles fermés.

Les poussières sont recueillies avec un appareil aspirateur.

3) Température et état hygrométrique constants : le chauffage de l'installation s'impose.

Le public anglais s'est admirablement adapté à l'exploitation automatique et l'expérience est concluante.

Des perfectionnements sont encore possibles mais dès maintenant l'on peut dire que l'administration et les abonnés sont également satisfaits de cette innovation.

LES RELAIS TÉLÉPHONIQUES EN FRANCE

Par M. RUAT,

Ingénieur des Postes et Télégraphes.

L'Administration française des Postes et Télégraphes dispose d'un certain nombre de relais téléphoniques de différents modèles, dont la plupart ont été cédés par les armées alliées :

1° trois relais embrochés ou relais de ligne du modèle français (montage réversible sans ligne artificielle) ;

2° huit relais embrochés du modèle anglais (montage réversible avec une seule ligne artificielle équilibrant la ligne tout entière) ;

3° douze relais embrochés du modèle américain de la Western Electric Co (montage Richard à deux amplificateurs et à deux directions avec deux lignes artificielles) ;

4° sept relais d'intercommunication, ou relais sur cordons, du modèle américain de la Western Electric Co (montage Richard à deux amplificateurs et à deux directions avec deux lignes artificielles).

Les relais du modèle français ont été employés sur les circuits Paris-Marseille 3° (en fil de 4 mm.), Paris-Turin et Paris-Cette-Montpellier ; le relais embroché sur le circuit Paris-Marseille 3° est encore en service.

Les relais du type anglais sont en service à Abbeville sur les quatre circuits Paris-Londres construits durant la guerre par l'armée anglaise et à Lyon sur le circuit Paris-Nice.

Les relais embrochés du modèle américain sont installés : 1° à Tours, sur les circuits Paris-Brest, Paris-La Rochelle, Paris-Bordeaux et Paris-Limoges de l'artère construite par l'armée américaine ; 2° à Saint-Nazaire, sur le circuit américain Paris-Brest ; 3° à Limoges, sur le circuit Paris-Toulouse et sur

le circuit américain Paris-Bordeaux ; 4° à Chaumont, sur les trois circuits Paris-Metz et sur le circuit Paris-Coblentz, établis par l'armée américaine ; 5° à Thionville, sur le circuit américain Paris-Coblentz.

L'un des relais d'intercommunication du modèle Western Electric est en service à Bordeaux sur la table desservant les circuits de Paris et de Madrid. Ce relais a permis d'écouler d'une façon satisfaisante des communications entre Paris et Madrid, en transit à Bordeaux qui, jusqu'à présent, n'étaient réalisées que d'une façon très précaire et seulement pendant certaines heures favorables. Un autre relais d'intercommunication du même type va être incessamment installé au bureau central interurbain de Paris en vue de permettre des communications entre Londres et Rome.

Après les résultats favorables des premiers essais de relais téléphoniques effectués en France et après la constatation des applications très nombreuses que les amplificateurs ont reçues dans les réseaux téléphoniques étrangers (notamment aux États-Unis), certains ont pensé que la lampe à trois électrodes était la panacée universelle et qu'il suffisait de placer en certains points du réseau général des relais téléphoniques pour sortir de toutes les difficultés. On ne saurait trop mettre en garde contre une généralisation aussi hâtive. Les relais téléphoniques fonctionnent d'une manière convenable, à condition : 1° que les lignes auxquelles ils sont raccordés aient été établies et soient entretenues convenablement. Il est en particulier nécessaire que ces lignes soient uniformes sur tout leur parcours, que leur impédance soit par conséquent aussi continue que possible et que leur isolement soit maintenu élevé ; 2° que l'établissement des lignes artificielles (équilibrage du relais) ait été fait avec une grande précision ; 3° que le relais lui-même soit bien entretenu. A ce point de vue, il faut que le personnel chargé du réglage et de l'entretien des stations de relais soit compétent et soigneux. C'est dans les stations où le personnel s'est le plus intéressé, dès l'origine, à l'installation et à l'entretien des relais que les meilleurs résultats ont été obtenus. L'attention des agents chargés de l'entretien

des relais doit être d'autant plus en éveil qu'ils ne souffrent pas eux-mêmes directement des dérangements et du mauvais fonctionnement de ces appareils : les postes extrêmes correspondants seuls en pâtissent.

Un relais dont le fonctionnement est défectueux n'amplifie plus ou chante par suite d'un amorçage d'oscillations. Les opératrices qui n'ont pas l'habitude d'utiliser des circuits munis de relais ont, dans ce cas, tendance à considérer le circuit comme mauvais et à l'abandonner au service des mesures, alors que bien souvent l'intervention de la station amplificatrice, sur la demande d'un bureau extrême, permet, au moyen d'un réglage très simple, de remédier immédiatement aux perturbations constatées.

Les relais téléphoniques du modèle Western Electric à deux directions et deux amplificateurs comportant deux lignes artificielles sont des appareils techniquement au point et donnant, moyennant certaines précautions, d'excellents résultats.

La diffusion des relais téléphoniques donnera naturellement lieu à quelques difficultés que toutes les nouveautés rencontrent normalement lorsqu'elles se traduisent par une complication des moyens employés. Afin de triompher de ces difficultés, il faut envisager dès maintenant l'instruction d'un personnel spécialisé pour l'installation, l'exploitation et l'entretien des relais téléphoniques.

INTRODUCTION

A LA THÉORIE DES COURANTS TÉLÉPHONIQUES ET DE LA RADIOTÉLÉGRAPHIE

M. BLONDEL, membre de l'Institut, présente le nouvel ouvrage de M. l'Ingénieur en chef des Télégraphes, POMEY (1), par la préface suivante :

L'ouvrage que M. Pomey a bien voulu me demander de présenter aujourd'hui aux lecteurs fait suite au *Traité* qu'il a publié en 1914 sur l'Électricité théorique et qui a obtenu auprès du public scientifique un légitime succès. Il résulte d'une série de leçons professées par l'auteur aux élèves ingénieurs des Postes et Télégraphes pour les initier aux méthodes de calcul modernes et aux problèmes les plus importants de leur carrière.

Successeur de Vaschy dans l'enseignement de l'Électricité théorique à l'École supérieure des Postes et Télégraphes, M. Pomey a d'abord suivi les idées de son éminent et regretté prédécesseur, puis les a soumises à une certaine critique, et les a enfin développées dans des voies nouvelles par des recherches personnelles dont plusieurs sont fort intéressantes. Ce travail d'ensemble qui a été exposé en détail dans son *Cours d'Électricité théorique*, présenté par M. Lecornu qui en a signalé toute la valeur, M. Pomey a cru avec raison utile et intéressant d'en rédiger un résumé d'ensemble plus concis et qui en fait ressortir le mieux possible l'enchaînement logique. Il constitue la première partie de ce livre.

On y retrouvera sous une forme nouvelle plusieurs résultats nouveaux dus à M. Pomey.

(1) La Table des Matières de cet ouvrage est donnée dans le présent numéro des *Annales*, p. 484.

Un des plus intéressants c'est l'énoncé particulièrement clair du théorème de Vaschy sous la forme analytique simple :

$$\mathbf{H} = \text{grad } V + \text{rot } \mathbf{A}.$$

M. Pomey a complété l'application du principe de l'action et de la réaction par une formule qui en permet l'application simple et qui rend intuitive l'expression des tensions et des pressions du champ électrodynamique.

Il a surtout complété d'une manière remarquable la théorie de la polarisation électrique ou magnétique. Tandis que William Thomson part des masses pour aboutir à l'expression du potentiel magnétique, l'auteur a montré que l'expérimentation faite d'une manière méthodique dans trois cavités en forme de disques normaux à trois directions rectangulaires, et dans trois canaux parallèles à cette direction, permettrait de déterminer les vecteurs $\mathbf{B}$, $\mathbf{H}$ et d'en déduire un vecteur $\mathbf{I}$ qui, en partant d'un calcul simple, peut être considéré comme l'intensité de la polarisation. Par sa rigueur irréprochable, cette théorie présente une grande importance.

On peut signaler également le calcul de M. Pomey relatif au travail des forces électrodynamiques. Poincaré a établi autrefois l'expression de l'énergie électrostatique par un calcul très général du travail de déplacement des charges de l'énergie électrostatique. M. Pomey traite d'une façon analogue les courants au lieu des charges, en remplaçant le calcul scalaire de Poincaré par un calcul vectoriel, les courants étant définis par $\frac{\text{rot } \mathbf{H}}{4 \pi}$ alors que les charges sont définies par $\text{div } \mathbf{P}$.

Ce calcul est assez délicat puisque le système n'est plus conservatif et que le travail élémentaire et l'accroissement de la force vive du mécanisme imaginé par Maxwell (les intensités de courant étant représentées par des vitesses) conduisent à l'expression de l'énergie cinétique, c'est-à-dire magnétique, du système.

M. Pomey a cherché également à compléter les idées de Maxwell en donnant des lois d'Ohm et de Kirchhoff une interprétation mécanique ; toujours préoccupé de transporter dans le

domaine de l'Électricité les théorèmes de la Mécanique, il a évalué le nombre des variables indépendantes, appliqué aux circuits qui régissent les équations de Lagrange ; les résultats auxquels il est arrivé présentent un réel intérêt.

On pourrait citer encore d'autres points de vue originaux dans la partie théorique de l'ouvrage, mais ce n'est pas là son but principal qui, comme son titre l'indique, est écrit surtout en vue de préparer, au point de vue de la Physique mathématique, les ingénieurs à l'étude de la propagation des courants téléphoniques et à l'étude de la radiotélégraphie.

A ce point de vue, l'ouvrage de M. Pomey vient combler de la façon la plus heureuse une lacune de la littérature technique et scientifique française ; non seulement parce qu'il fait connaître aux lecteurs des questions que l'on ne trouvait jusqu'ici que dans les Mémoires originaux épars dans les Revues étrangères, mais encore parce qu'il initie le lecteur à des disciplines encore mal connues de la plupart des ingénieurs. C'est un vrai cours supérieur (les Anglo-Saxons diraient un *advanced course*) sur la physique spéciale des télécommunications.

Les sujets traités sont inspirés d'abord de la Télégraphie théorique de Breisig (à laquelle peu d'emprunts ont été faits), puis des méthodes symboliques de Heaviside et des travaux de Pupin. L'auteur a choisi dans Heaviside le chapitre qui donne une explication physique de la formule de Fourier : il lui a emprunté aussi la notion de réflexion des ondes dans les lignes. A Pupin, il a emprunté le calcul fondamental donnant l'équidistance des bobines qui permettent d'améliorer la transmission téléphonique. Il donne la démonstration d'un grand nombre de résultats utiles et de formules, les unes qu'on trouve dans les formulaires (formules d'Euler relatives aux pièces chargées de bout, chaînette, capacités, coefficients de self-inductance, etc.), d'autres qui sont nouvelles comme la formule de Pleijel pour le coefficient d'affaiblissement d'une ligne pupinisée, etc. Toutes sont fort utiles, même pour le praticien.

Bien que, dans son ensemble, l'ouvrage soit consacré à des sujets dont les solutions sont déjà connues, on reconnaîtra vite à

la lecture que la méthode d'exposition est bien personnelle à l'auteur, et tout à fait française par la précision et la logique ; c'est ce qui en fait l'unité et la nouveauté.

M. Pomey est, par tempérament et par habitude d'enseignement, un mathématicien et un interrogateur. Aussi, aborde-t-il toutes les questions, comme s'il s'agissait d'un problème posé à un examen d'une de nos Facultés. Cette méthode, qui conduit à des solutions d'une forme algébrique, ne met peut-être pas toujours en évidence les réalités physiques qui sont à l'état latent dans ses calculs. Mais l'effort d'interprétation qu'elle laisse à faire au lecteur est extrêmement éducatif. Et d'ailleurs, pour ce motif, l'auteur a considéré son travail comme une *introduction* aux applications physiques.

Chemin faisant, l'auteur passè en revue toutes les méthodes de calcul et les théories utiles à l'ingénieur sur les fonctions harmoniques, les oscillations périodiques, la synchronisation, les décharges oscillantes et, comme hors-d'œuvre, les théorèmes sur les puissances active et réactive (1).

Tout l'essentiel des méthodes de calcul et des résultats relatifs à la propagation des courants (2), à la téléphonie, à la pupinisation, est exposé sous une forme magistrale, en même temps qu'originale et rendra les plus grands services (3).

(1) Les propriétés de la puissance réactive ont un réel intérêt philosophique, bien que l'ingénieur arrive plus directement à la solution des problèmes en calculant les forces électromotrices et les courants par les équations de Kirchhoff en notations symboliques.

C'est pourquoi, au siècle dernier, on a établi la formule de la force électromotrice induite, déduite de la conservation de l'énergie ; les puissances actives et réactives des courants alternatifs sont des variables de fréquence double de celle des courants et des forces électromotrices à calculer.

(2) En ce qui concerne la Radiotélégraphie, l'auteur, obligé de se limiter, a laissé provisoirement de côté les lampes à vide à trois électrodes ; mais ce nouveau sujet est devenu déjà tellement vaste qu'il valait mieux ne pas le déflorer et le réserver pour un exposé ultérieur.

(3) Il suffit d'ailleurs de comparer les exposés de M. Pomey à ceux de Vaschy, constamment alourdis par l'emploi de six équations de Maxwell, pour se rendre compte de la clarté qu'introduit la notation vectorielle ; on me permettra d'être moins convaincu de la clarté des notations *symboliques* (qu'il ne faut pas confondre avec les notations *complexes*) et de préférer, pour éviter toute erreur d'application, l'emploi des méthode et écriture classiques pour la solution des équations différentielles.

Il en est de même du calcul des antennes de télégraphie sans fil au point de vue mécanique aussi bien qu'au point de vue électrique, de la théorie de la génération et de l'émission par les postes à étincelles musicales ou à ondes entretenues et des circuits oscillants employés en radiotélégraphie (1).

Si l'auteur a pu être aussi documenté sur les questions de radiotélégraphie, c'est grâce aux fonctions qu'il a remplies pendant la guerre, à la Radiotélégraphie militaire, et dans lesquelles, au risque de blesser la modestie de M. Pomey, il me sera permis de dire qu'il a fait preuve, soit à Salonique, soit à Paris, des plus hautes qualités de technicien, en même temps que du plus complet dévouement patriotique ; adjoint pendant la dernière partie de la guerre au général Ferrié, directeur technique de la Radiotélégraphie militaire, il a pu profiter des encouragements qu'il a reçus de ce chef éminent, et du milieu intellectuel remarquable que ce dernier avait su créer et diriger et qui a rendu tant de services à la Défense nationale et aux recherches connexes d'ordre scientifique.

Au point de vue des procédés de démonstration, on ne sera pas étonné que le présent ouvrage, écrit par un professionnel de la Mécanique rationnelle, ait recours à l'emploi systématique des équations de Lagrange et à la transposition dans le domaine de l'Électricité des propriétés bien connues de la Mécanique rationnelle ; cette analogie n'est jamais perdue de vue ; l'énergie magnétique est assimilée à la force vive ; un flux magnétique à une quantité de mouvement ; une force électromotrice d'induction à une force d'inertie ; la loi de conservation de la charge électrique à une liaison imposée au système, etc. Cette symétrie est constamment mise en évidence de la façon la plus heureuse.

En définitive, M. Pomey, en écrivant le présent ouvrage, a

(1) Dans l'étude de la propagation, M. Pomey a évité l'emploi de l'équation des télégraphistes très élégamment en ramenant tout à la propagation du courant harmonique ; la solution qu'il a développée est inattaquable au point de vue analytique ; si elle ne satisfait peut-être pas autant les physiciens qui voient moins clairement que lui sous les symboles les réalités physiques, elle augmente fort utilement le bagage scientifique du lecteur.

non seulement enrichi notre littérature scientifique française, mais encore rendu un très grand service, à la fois aux théoriciens qui veulent se mettre au courant des applications modernes de l'Électricité, et aux techniciens qui veulent s'initier le plus rapidement et le plus directement possible aux méthodes nouvelles de calcul et acquérir des notions rigoureuses et précises, en même temps que des aperçus philosophiques sur les phénomènes fondamentaux dont ils ont à faire l'application.

AVIS AU LECTEUR

Un certain nombre de chapitres du présent ouvrage ont fait l'objet de leçons professées à l'École professionnelle supérieure des Postes et Télégraphes aux élèves ingénieurs. Ceux-ci sont d'anciens élèves de l'École polytechnique ou des licenciés, etc. On voit par là le degré d'instruction qui est supposé chez le lecteur. Cependant, les chapitres sur le calcul vectoriel, sur les imaginaires, etc., ne supposent d'autres connaissances que celles des mathématiques élémentaires, et, d'une façon générale, l'auteur s'est efforcé de développer les calculs, de manière à éviter l'obligation de recourir à d'autres traités.

On trouvera aussi, réunies, la démonstration d'un grand nombre de formules utiles, soit à l'ingénieur mécanicien, soit à l'électrotechnicien. C'est pourquoi une liste détaillée des formules a été annexée à la table des matières.

Le présent ouvrage n'a pu être mené à bien que grâce à la bienveillance du général Ferrié et aux encouragements rencontrés dans ce foyer intellectuel qu'a été pendant la guerre l'établissement central de la Radiotélégraphie militaire.

M. Auric, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, a il y a longtemps, résolu le problème relatif aux équations différentielles linéaires par des développements en série et sans recourir au calcul symbolique (*Nouvelles Annales de mathématiques*).

M. Abraham a heureusement redressé des erreurs que j'avais commises dans la théorie du transformateur. Il m'a communiqué d'intéressantes remarques relatives à la génération des oscillations. Je ne saurais trop le remercier.

J'ai utilisé, sans citer les auteurs, beaucoup de résultats importants, notamment la théorie des deux réactions de M. A. Blondel, à qui

sont dues aussi les idées maitresses sur la résonance primaire et les étincelles musicales.

Calcul vectoriel : M. A. Blondel a indiqué, il y a plus de vingt ans, que, pour avoir les puissances actives et réactives, il suffisait d'avoir soin de décomposer tous les vecteurs suivant deux axes rectangulaires ; les puissances actives ne peuvent provenir que des produits des composantes parallèles, les puissances réactives que des produits des composantes perpendiculaires.

Un Index bibliographique indique les principales sources où l'auteur a puisé.

J.-B. POMEY.

Un traité de la transmission téléphonique théorique et appliquée ⁽¹⁾.

La théorie de la transmission téléphonique est un sujet essentiel dont l'importance s'accroît constamment à mesure que la téléphonie se répand et se perfectionne. Elle a été, tant en France qu'à l'étranger, l'objet d'un grand nombre d'études parues dans les principaux comptes rendus scientifiques et dans les principales revues techniques. Les plus importantes de ces études se trouvent résumées dans quelques ouvrages parmi lesquels celui du professeur Fleming intitulé : *Propagation des courants électriques* (Gauthier-Villars, éditeur) et celui de M. Devaux-Charbonnel, intitulé : *L'État actuel de la Science électrique* (Dunod, éditeur) sont en France les plus connus.

Mais personne jusqu'ici n'avait publié un ouvrage à la fois théorique et pratique sur ce sujet, c'est-à-dire un ouvrage permettant de passer facilement de la théorie mathématique à son application aux problèmes qui se posent journellement à l'ingénieur. M. Hill, Ingénieur au Post Office britannique, est venu combler cette lacune et a ainsi rendu aux ingénieurs des téléphones un service immense. Avec une connaissance parfaite des moindres détails de la théorie très compliquée de la transmission téléphonique et, en même temps, avec un sens très clair et très précis des réalités et des exigences commerciales, M. Hill traite les principaux sujets : phénomènes généraux de la transmission, amélioration de la transmission par la charge des circuits (procédés Pupin, Krarup, Thompson), adaptation des appareils aux lignes, théorie et application des relais téléphoniques, projets

(1) La Table des Matières de cet ouvrage est donnée dans le présent numéro des *Annales*, p. 485.

généraux de transmission et établissement d'un réseau téléphonique dans toute l'étendue d'un pays.

Ce livre constitue un manuel complet de l'ingénieur, c'est-à-dire du technicien dont le rôle est d'obtenir le maximum de rendement pour le minimum de frais. Ce principe judicieux sert d'ailleurs de guide à M. Hill dans tous ses développements : son livre garde toujours ce double caractère, scientifique et commercial, des problèmes de pure théorie mathématique y alternent avec des études expérimentales très documentées et des problèmes de prix de revient minimum. La pupinisation des circuits téléphoniques, par exemple, est tour à tour traitée à ces trois points de vue : mathématique, expérimental et commercial et M. Hill énonce clairement que le choix du type et du degré de pupinisation doit se ramener finalement à une question de prix de revient minimum ; la formule qu'il donne pour résoudre cette question, dans chaque cas pratique, lui est due, comme d'ailleurs un grand nombre d'autres formules de son livre ; elle rendra de grands services pour l'établissement des lignes pupinisées dans ces époques où les prix des différents organes d'une communication téléphonique subissent d'incessantes fluctuations.

Étant données l'importance, la nouveauté et l'utilité du livre de M. Hill, le Service d'Études des Postes et Télégraphes a pensé qu'il convenait de traduire cet ouvrage en français ; M. Valensi, Ingénieur des Télégraphes, a été chargé de ce travail, aujourd'hui terminé. En attendant la publication prochaine de cette traduction française, tous ceux qui comprennent la langue anglaise et qui s'intéressent aux questions téléphoniques auront avantage à se procurer dès maintenant le livre si remarquable de M. J. G. Hill.

PRÉFACE DE L'AUTEUR

Au cours des dernières années, la transmission téléphonique théorique a fixé l'attention des auteurs compétents dans divers pays. En Angleterre, les données scientifiques du sujet furent exposées, il y a plus de trente ans, avec une prévoyance et une

exactitude remarquables, par Oliver Heaviside ; vers la même époque, l'ingénieur français Vaschy se consacrait, de son côté, à des études identiques. Pourtant, c'est seulement à la fin du XIX^e siècle que Pupin fit la première application de la théorie, en améliorant la transmission au moyen de la charge par bobines en série. Depuis cette époque, le sujet a été traité de nombreuses fois, soit dans des articles se rapportant à divers côtés importants du problème, soit dans des traités qui embrassaient l'ensemble de la théorie. L'auteur n'a pas manqué de consigner dans son ouvrage, la reconnaissance qu'il doit à plusieurs des écrivains en question ; mais, il en est beaucoup d'autres qu'il n'était pas nécessaire de mentionner spécialement, et qui ont exécuté de précieux travaux. Au point de vue des applications pratiques de la théorie, nous citerons les remarquables travaux des Compagnies *American Telephone and Telegraph Cy* et *Western Electric Cy* ; c'est de leurs laboratoires que sont sorties la plupart des innovations. En Angleterre, l'ancienne *National Telephone Cy* avait fait également des merveilles ; de son côté, le Post Office britannique possède un personnel technique exercé, comprenant des ingénieurs de l'ancienne Compagnie, qui étudie constamment les problèmes relatifs à la téléphonie. Le *Telegraphen Versuchsam*t de Berlin existe depuis de nombreuses années ; il a, à différentes reprises, publié les précieux résultats de ses recherches. Récemment, le Post Office japonais a rendu publics les détails d'importantes études de transmission effectuées dans ses laboratoires. En outre, nous signalerons que l'Administration des Postes et Télégraphes de France a organisé récemment un « Service d'études et de recherches techniques », et enfin, que les méthodes les plus modernes sont étudiées de très près par beaucoup d'autres organisations de moindre importance.

ANNUAIRES DE TÉLÉPHONES

La publication régulière annuelle et à date fixe de l'Annuaire est une des conditions essentielles du bon fonctionnement du service téléphonique ; sa contexture a aussi une influence primordiale ; les retards dans la publication, les défauts dans la composition entraînent des manques à gagner et des frais supplémentaires.

Tant que l'Annuaire n'a pas paru, les numéros des abonnés résiliés depuis la dernière publication sont indisponibles. Il y a environ 10.000 abonnés résiliés à Paris, à l'heure actuelle, depuis la publication de l'annuaire de 1917 ; en évaluant à 500 francs (prix faible), le prix des installations nécessaires dans le bureau central pour un abonné, on immobilise donc un capital de $10.000 \times 500 = 5 \text{ millions de francs}$, uniquement par le fait du retard apporté à la publication de l'annuaire, soit une perte annuelle de 250.000 francs (pourcentage d'intérêts de 5 %) et la nécessité d'augmenter la capacité des installations dans la même proportion pour recevoir les abonnés nouveaux.

Chaque fois qu'un abonné appelle un abonné résilié encore inscrit à l'annuaire, cela nécessite l'intervention, non seulement de sa téléphoniste, mais aussi du Service des renseignements.

De même, chaque fois qu'un abonné veut appeler un abonné nouveau non encore inscrit à l'annuaire et dont il ne connaît pas le numéro, il fait intervenir sa téléphoniste, et ensuite le Service des renseignements ; ces manœuvres supplémentaires en pure perte pour le service seraient évitées pour beaucoup d'abonnés nouveaux si l'annuaire avait paru à temps.

Il y a présentement, à Paris, environ 20.000 abonnés nouveaux non encore inscrits à l'annuaire. Les suppléments à l'annuaire sont peu consultés et souvent égarés par les abonnés. Il est donc certain que les tables de renseignements sont surchar-

gées de travail, que leur personnel a dû être porté au maximum ; on a même été obligé d'immobiliser des groupes entiers de multiples pour les affecter au Service des renseignements. Le capital ainsi immobilisé atteint plusieurs centaines de milliers de francs, l'Administration est obligée de recruter du personnel supplémentaire. Le personnel normal est en outre énervé par des demandes inattendues, son rendement est diminué par des manœuvres qui auraient pu être évitées. *On oublie trop qu'en matière de téléphone toute manœuvre inutile, tout retard en lui-même imperceptible, influe par accumulation dans des conditions considérables sur la qualité du service, sur les dépenses d'exploitation en raison même du nombre colossal (de l'ordre du million) de communications journalières par lequel il faut les multiplier.* Il est donc essentiel que l'annuaire paraisse chaque année et à date fixe ; il est indispensable que l'Administration puisse disposer de crédits lui permettant d'assurer en quelque sorte d'une façon automatique sa publication rigoureusement annuelle.

Quant à la composition, l'annuaire doit naturellement comprendre la liste alphabétique et la liste par rues. Le volume doit être le moins encombrant possible pour que sa consultation soit rapide et que l'abonné causant avec une téléphoniste pour demander une communication n'ait pas d'hésitation.

La publicité faite dans l'annuaire le rend particulièrement volumineux.

Au point de vue de la bonne exploitation des réseaux, il y a un intérêt certain à exclure la publicité du texte de l'annuaire. Les compagnies américaines, l'administration allemande et d'autres pays étrangers procèdent ainsi. *Tout encombrement supplémentaire de l'annuaire correspond à une augmentation importante des dépenses d'exploitation et à des retards dans l'exécution du service auprès desquels le produit de la publicité est de peu d'intérêt.*

Service d'Études et de Recherches Techniques
DE L'ADMINISTRATION DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

**Instruction sur l'utilisation du matériel cédé
par l'armée américaine.**

Le matériel de lignes cédé par l'armée américaine est susceptible de remédier en partie à la crise actuelle dont souffre l'Administration du fait de la pénurie de matériel réglementaire.

Une instruction récente relative à ce matériel comprend deux parties : une notice sur la construction américaine et une instruction sur la construction de lignes sur traverses en bois.

La notice sur la construction traite la question de l'entretien des lignes construites par le Signal Corps et rachetées par l'Administration ; elle met en évidence les différences entre ces lignes et les lignes américaines, les lignes américaines étant construites, comme on le sait, sur traverses en bois, chaque traverse portant 6 ou 10 consoles.

Les deux fils d'un même circuit sont placés en plan au lieu d'être placés en diagonale comme sur nos lignes de traverses : deux fils d'un même circuit occupent deux consoles voisines de la traverse.

L'anti-induction est assurée par des croisements tels que, en un point quelconque de croisement, un des fils du circuit prenne la place de l'autre ; les lignes américaines sont donc croisées comme des anciennes lignes françaises en consoles et non comme les lignes en traverses. Mais la répartition des points de croisement sur la longueur de la ligne est plus complexe sur les lignes américaines que sur les anciennes lignes françaises.

Les lignes américaines comportent également des circuits combinés résultant de deux circuits métalliques voisins appartenant

à la même traverse, quelquefois de deux circuits placés l'un au-dessous de l'autre sur deux traverses différentes. Les lois de croisement des deux circuits simples constituant le combiné sont compliquées, et d'une action relativement difficile.

C'est en raison de cette complication que la position en plan des fils d'un même circuit n'a pas été adoptée pour les lignes nouvelles construites sur traverses américaines ; on s'est efforcé de maintenir la simplicité caractéristique du système Lorain.

L'instruction sur la construction de lignes sur traverses en bois contient des règles de construction : les fils seront placés non en plan comme sur les lignes américaines, mais en carré comme dans le matériel Lorain ; les lois de rotation françaises seront ainsi conservées sans modification.

COMITÉ TECHNIQUE DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

Généralisation de la batterie centrale télégraphique.

La batterie centrale, appliquée aux bureaux télégraphiques qui ne communiquent qu'avec un centre de dépôt, permettrait de réaliser d'importantes économies sur les frais d'achat et d'entretien des piles.

Le Service d'Études et de Recherches techniques des Postes et Télégraphes a réalisé un dispositif qui, mis à l'essai il y a plus d'un an, à Moulins, a donné toute satisfaction. La batterie centrale est amenée à la borne « T » du récepteur du poste principal, mais le courant permanent qu'elle engendre ne dépasse pas 3 milliampères pour les lignes simples, 5 ou 6 pour les lignes en dérivation, grâce à des résistances additionnelles placées dans les bureaux secondaires ; les récepteurs sont réglés de manière à ne pas obéir à cette faible intensité. Lorsqu'un des postes extrêmes abaisse son manipulateur, il donne à la branche de ligne sur laquelle il se trouve une terre directe, supprimant la résistance additionnelle et celle de son propre récepteur ; il en résulte une augmentation de l'intensité, et le récepteur du poste principal, traversé par 18 ou 20 milliampères, fonctionne à la façon ordinaire. Ce dernier poste, pour transmettre à son tour, dispose d'un voltage spécial, capable de donner 18 ou 20 milliampères à l'arrivée, à travers les résistances additionnelles. Les postes secondaires appellent le principal et le facteur à l'aide d'une magnéto semblable à celle qu'on emploie au téléphone, mais à courants successifs de même sens.

Avec ce système on utilise donc les mêmes appareils que dans les communications ordinaires ; il permet la lecture audi-

tive sans relais, dans les postes extrêmes comme au principal ; le mode de réglage n'est modifié en rien. Il s'applique, soit aux lignes simples, soit à celles en dérivation. Dans les cas relativement rares où le poste intermédiaire est embroché, il suffit de relier métalliquement, au potelet d'entrée, les deux sections de ligne et d'y établir ensuite une dérivation.

L'installation est complétée par un « indicateur de ligne occupée » placé dans les bureaux secondaires des lignes bifurquées, qui évite les rentrées intempestives de l'un lorsque l'autre est en communication avec le centre du dépôt. Cet instrument consiste en une sonnerie magnétique du modèle administratif, dans laquelle la tige du marteau agit sur une autre, en aluminium, susceptible de déplacer un voyant derrière une cache noire présentant trois ouvertures. Lorsque la ligne est libre, l'armature est au repos et le voyant présente une surface uniformément noire dans les trois fenêtres ; dès que l'armature est attirée, le voyant montre trois parties blanches : c'est le signe d'occupation de la ligne. L'entrée et la sortie de l'électro-aimant doivent être choisies de manière que le fonctionnement ait lieu lorsque le centre de dépôt donne la batterie centrale à l'autre poste, c'est-à-dire sous l'action du positif si le bureau dans lequel se trouve l'indicateur fonctionne en négatif, et inversement.

Le déplacement de l'armature est obtenu avec un courant de 2 milliampères. Pour arriver à ce résultat, il a fallu changer le bobinage ; celui-ci est fait de 14.000 tours de fil de 9/100, sur chaque bobine ; sa résistance, 2.940 ohms, vient en déduction des résistances additionnelles placées dans le poste.

Enfin, un tableau télégraphique du modèle 1909 a été modifié pour permettre de renvoyer simultanément aux appareils : la ligne, la batterie centrale et la batterie de transmission ; il a suffi, pour cela, de donner une communication à la douille du jack, et de relier le troisième fil du cordon à la sortie du récepteur Morse. Il est à remarquer que ce même tableau peut recevoir également des lignes à batterie locale et les renvoyer indistinctement sur les mêmes appareils ; dans ce cas, le jack est équipé de manière que c'est la terre, au lieu de la batterie

centrale, qui est renvoyée à la borne « T » du récepteur Morse. Les lignes bifurquées sont rattachées dans les mêmes conditions.

Dans sa séance du 26 juin dernier, le Comité technique des Postes et Télégraphes a émis l'avis qu'il y a lieu de généraliser ce système de batterie centrale télégraphique.

COMPTÉ RENDU DES PÉRIODIQUES

Revue française, par M. TAFFIN, Inspecteur des Postes et Télégraphes.
— Revue étrangère, par M. REYNAUD-BONIN, Ingénieur, et M. CAUCHIE, Inspecteur des Postes et Télégraphes.

PÉRIODIQUES EN LANGUE FRANÇAISE

La poste militaire italienne pendant la guerre 1915-1918 (*L'Union postale*, juin 1920). -- Au début des hostilités, la poste militaire était en relation avec les forces combattantes par l'entremise des organes suivants :

- a) Un Directeur supérieur auprès de l'Intendance générale de l'Armée;
- b) Un bureau de concentration à Bologne;
- c) Quatre bureaux près des Quartiers généraux des quatre Armées;
- d) Un bureau près du Grand Quartier général;
- e) Un bureau près de chaque Quartier de Corps d'Armée;
- f) Un bureau près de chaque Quartier de Division;
- g) Un bureau pour le service des troupes dans la zone de la Carnie.

La poste militaire était chargée des services suivants :

- a) Des correspondances (ordinaires, recommandées et avec valeur déclarée, ces dernières limitées à 300 lire);
- b) Des colis ordinaires, jusqu'au poids de 3 kilogrammes pour les soldats de la troupe et de 5 kilogrammes pour les officiers et assimilés;
- c) Des mandats;
- d) Des caisses d'épargne postales (service limité aux opérations de dépôt et de remboursement sur livrets déjà émis par des bureaux civils);

e) De la vente des timbres-poste.

Ces services fonctionnaient avec les restrictions suivantes rendues nécessaires par les conditions spéciales où se trouvaient les bureaux de poste militaires :

- 1) Il n'était pas admis de remboursements pour les lettres recommandées, avec valeur déclarée et les colis.
- 2) Les avis de réception étaient exclus.
- 3) Était également exclue la distribution par exprès des correspondances adressées aux bureaux de poste militaires, à l'exception des correspondances de service du Gouvernement.

En juillet 1915, deuxième mois de son entrée en fonctions, la poste militaire commençait à se développer rapidement.

Le chiffre quotidien moyen des correspondances passait de 1.500.000 en juin à 1.900.000 en juillet.

En octobre 1915, à l'approche la fin de la première année de guerre, le nombre des colis transportés pour la concentration atteignait presque le chiffre de six cent mille. Le nombre maximum des envois (4.680.000 par jour pour 133 bureaux) était atteint en juillet 1917.

Pour les lettres recommandées, le maximum fut atteint en juillet 1918 tant pour celles expédiées du pays au front (17.810 par jour), que pour celles du front pour les diverses parties du pays (13.850); pour les lettres avec valeur déclarée le chiffre maximum (11.490 par jour) fut atteint en juillet 1916, soit un mois avant que fût décrétée la suppression du service.

Le 31 décembre 1915, le personnel de la Poste militaire se composait de 779 employés et de 382 agents. A partir de cette date les accroissements furent très limités.

Les dépenses effectives s'élevaient au 31 décembre 1918 à 753.793 lire.

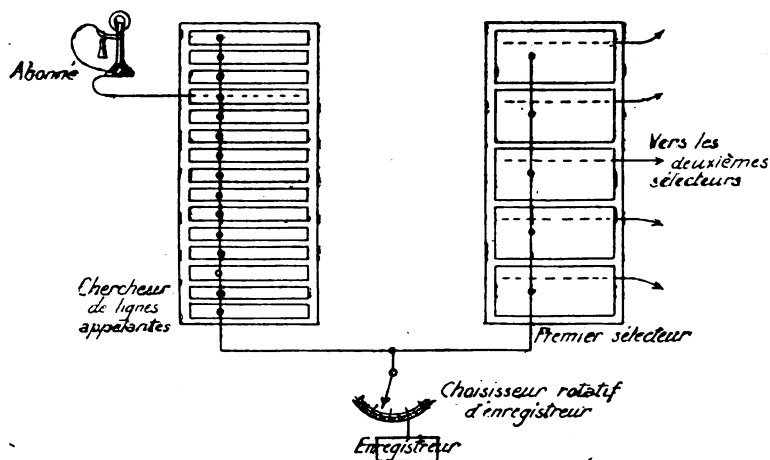
PÉRIODIQUES EN LANGUES ÉTRANGÈRES

Perfectionnements à la téléphonie automatique (D'après des documents publiés par l'*American Telephone and Telegraph Company*). — Dans les installations automatiques de la Compagnie

Bell, lorsqu'un abonné décroche son récepteur pour appeler le bureau central, la ligne de cet abonné est saisie par un appareil nommé « chercheur de lignes appelantes » et reliée à un « enregistreur » libre. Ceci est presque instantané et l'abonné est averti par un signal ronflé que le raccordement à l'enregistreur est effectué. L'abonné manœuvre alors son « cadran d'appel » sur lequel il forme lui-même le numéro de l'abonné demandé. Ce numéro est enregistré par l'enregistreur automatique, lequel appareil commandé à son tour le mouvement des « sélecteurs » qui achèveront de donner la communication.

Les principaux perfectionnements qui ont été introduits dans ce système consistent en l'emploi de chercheurs de lignes ou de sélecteurs de grande capacité et qui affectent la forme non plus d'organes cylindriques mais de panneaux plots de grandes dimensions (environ 2 m. de hauteur et 0 m. 75 de large).

Chaque grand panneau de chercheurs de lignes est subdivisé en 15 petits panneaux.



Chaque grand panneau de premier sélecteur est subdivisé en 5 petits panneaux contenant chacun 100 lignes auxiliaires. Les lignes auxiliaires sont explorées par des tiges munies de cinq balais multiples.

Les seconds sélecteurs et les connecteurs sont également des

grands panneaux subdivisés en un certain nombre de petits panneaux; en particulier, il y a 500 abonnés sur chaque connecteur.

La grande capacité des divers organes permet de réduire à deux le nombre de sélecteurs engagés dans une conversation pour un réseau ayant jusqu'à plusieurs centaines de milliers d'abonnés. Dans un réseau de cette espèce les autres systèmes automatiques nécessiteraient quatre étages de sélecteurs.

Naturellement, la base du nouveau système automatique n'est pas décimale. Comme l'abonné forme sur son cadran des nombres écrits dans le système décimal, l'enregistreur automatique doit, tout en les enregistrant, transformer ces nombres selon la base de la numération intérieure.

Sur la télégraphie transocéanique au moyen de fils nus (« *The Times Engineering Supplement* », mai 1920). — *Utilisation des courants à haute fréquence.* — Dans une communication à l'Académie nationale des Sciences de Washington, le Major Général George O. Squier, de l'Armée américaine, a envisagé la possibilité de remplacer par de simples fils nus, les câbles isolés, terrestres et sous-marins, dont on se sert en télégraphie et en téléphonie.

Au cours d'une expérience, il a été possible d'échanger des communications téléphoniques et télégraphiques entre Fort Washington (Maryland) et Fort Hunt (Virginie) à travers la rivière Potomac, soit une distance d'environ $3/4$ de mille (1207 m.), au moyen d'un fil nu en bronze phosphoreux (calibre n° 12) posé dans l'eau. L'émetteur était constitué par un oscillateur à lampe à vide qui envoyait sur la ligne un courant d'environ 270 milliampères, à une fréquence de l'ordre de 600.000 périodes environ. On se servait à la réception d'une lampe à trois électrodes et d'un amplificateur à six étages, sans liaison avec la terre. Ce dispositif permit d'obtenir un accord parfait aux deux extrémités de la ligne et d'échanger des communications télégraphiques et téléphoniques à travers le fil nu immergé.

On a obtenu un résultat analogue entre deux stations du Laboratoire de recherches du Signal Corps installé au camp Alfred Nail à Little Silver (New Jersey) distantes d'environ $3/4$ de mille (1.207 m.),

en se servant d'un fil de cuivre nu (calibre n° 16) enterré à une profondeur de 8 pouces (0 m. 202 environ). — On eut recours à des fréquences de l'ordre d'1.000.000 de périodes par seconde. — Puis on échangea des communications à l'aide d'un fil nu long d'un mille $3/4$ (2.817 m.) posé sur un sol humide. — Le courant émis, était, pour ces deux séries d'expériences, d'environ 100 milliampères. On a constaté qu'un fil nu enterré dans un sol humide, et dont l'extrémité était ouverte, pouvait être accordé aussi bien au poste transmetteur qu'au poste récepteur.

Limites de fonctionnement des câbles. — En discutant les possibilités que ces expériences permettent d'escompter, le Dr Squier fait observer que, dans le cas de l'ancienne télégraphie transocéanique, le travail formidable que représente la construction des câbles, a déjà atteint sa limite pratique. Le meilleur câble transatlantique, actuellement en service, ne peut fonctionner qu'avec des ondes dont la fréquence est de l'ordre de 10 périodes par seconde. Les conditions électriques de la construction sont telles que sur un long câble quelconque les voltages en service ne peuvent varier qu'entre 50 et 80 volts. Les valeurs des constantes des câbles transocéaniques s'opposent à leur emploi pour l'échange des communications téléphoniques. Le Major Général Squier croit qu'il n'existe pas de meilleur moyen d'améliorer le système actuel des câbles que de renoncer aux projets et aux méthodes de construction en vigueur et d'utiliser les courants à haute fréquence sur fils nus immergés pour étudier les modifications qu'il faudra apporter en vue d'obtenir un rendement optimum.

L'emploi de la haute fréquence offre cet avantage propre d'éliminer les phénomènes de déformation des signaux qui se produisent invariablement dans le cas des procédés actuels de transmission à longue distance, et, le problème capital consiste à réduire l'affaiblissement. — On peut employer les voltages les mieux appropriés et les procédés de transmission multiple dont on se sert aujourd'hui. Les lampes à vide peuvent servir à la fois comme appareils générateurs et comme appareils de réception des ondes électriques.

Au cours des dernières années, on s'est livré à l'étude approfondie de l'état superficiel des fils par rapport à l'émission des électrons et

c'est aux travaux remarquables effectués dans les laboratoires de l'Université et dans ceux des établissements industriels, qu'on doit le degré de perfectionnement atteint par la lampe à vide. — Pour trouver le conducteur idéal de l'avenir, il faudra se livrer à de semblables études de l'état superficiel des fils, en vue d'empêcher, et non plus de favoriser, l'émission des électrons.

On a imaginé une bobine de résonance qui a la forme d'un solénoïde allongé enveloppé d'un grand nombre de spires et qui produit des ondes fixes sous l'effet des signaux radio d'arrivée. Comme détecteur, on se sert d'une lampe à vide dont la grille est reliée au point de la bobine qui accuse le potentiel maximum. On peut employer la bobine soit comme partie du système d'antenne ordinaire, soit comme un élément d'une ligne physique; elle peut encore se comporter comme une antenne captant l'énergie des signaux. Dans ce dernier cas, la bobine doit être ou bien libre à ses deux extrémités, ou bien en avoir une mise à la terre. On a reconnu en outre que la bobine « ouverte » a des propriétés détectrices, et qu'elle peut être employée comme goniomètre. Ce type de radio-goniomètre possède un double avantage : il permet de déterminer non seulement dans quel plan les signaux ont une intensité maxima mais encore quelle est la direction exacte qu'ils ont suivie.

Influence des tempêtes magnétiques sur les circuits de télécommunication (*Telegraph and Telephone Age*, mai 1920). — Il se produit assez fréquemment des perturbations magnétiques sur les lignes orientées de l'est à l'ouest, surtout au Canada et dans les États du Nord, mais elles ne durent généralement que quelques minutes, et il est plutôt rare que les courants induits dans les circuits de communication gênent sérieusement le service. Mais les perturbations produites en août 1919 et mars 1920 revêtirent un caractère spécial de gravité. Le 11 août 1919, pendant plus de 24 heures, les lignes furent influencées par des courants d'intensité variable.

Les lignes qui aboutissent aux Centraux de Chicago commencèrent de ressentir l'effet du phénomène vers 5 h. 30 et les courants para-

sites en empêchèrent le bon fonctionnement pendant huit ou neuf heures. Les circuits situés au nord, à l'est, au sud et à l'ouest de Chicago furent tous sérieusement affectés. Dans les États de l'Est, les lignes allant du nord au sud le furent presque autant que celles dirigées de l'est à l'ouest. A certaines heures du jour, les circuits qui relient New-York aux villes du sud furent totalement inutilisables.

C'est à 4 heures du matin, le 11 août, que les premières perturbations se firent sentir, entre New-York et Buffalo, sur les lignes posées le long du « New-York Central Railroad » ; elles furent spécialement fortes entre 10 h. 15 du matin et 2 heures de l'après-midi. Entre 2 h. 10 et 3 h. 25 les troubles cessèrent, ce qui permit d'exploiter les circuits dans de bonnes conditions. — Le phénomène reprit entre 3 h. 25 et 4 h. — De très fortes perturbations furent enregistrées le 11 août à 8 h. 55 du soir et le 12 à 12 h. 05 du matin. — A partir de ce moment, elles commencèrent de décroître graduellement jusqu'à 5 h. du matin, où l'exploitation des circuits redevint normale.

Les ingénieurs du service télégraphique du « New-York Central Railroad » effectuèrent de nombreuses mesures au moyen d'un voltmètre monté sur les divers circuits partant de New-York vers l'ouest. A 11 h. 07 du matin, la pile étant supprimée, ils constatèrent la présence d'un courant négatif de 30 volts sur une ligne allant à Buffalo ; ce courant atteignit la valeur minima de 60 volts négatifs à 11 h. 07 3/4. Pendant les 5 minutes suivantes, le voltage passa de -60^v à $+50^v$ par périodes de 2 minutes, l'aiguille du voltmètre se déplaçant sans arrêt et la distance entre -60^v et $+50^v$ étant franchie en 60 secondes.

Les mesures effectuées entre 11 h. 20 et 11 h. 27 du matin donnèrent les résultats suivants :

11 h. 20.....	— 40 ^v
11 h. 20 1/2.....	zéro
11 h. 21.....	— 43 ^v
11 h. 21 1/2.....	zéro
11 h. 22.....	— 43 ^v

11 h. 23.....	zéro
11 h. 24.....	— 83 ^v
11 h. 24 3/4.....	zéro
11 h. 25 1/4.....	— 60 ^v
11 h. 25 3/4.....	zéro
11 h. 26 1/4.....	— 60 ^v
11 h. 27.....	zéro

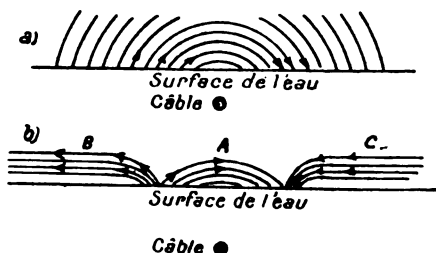
L'aiguille n'avait pas cessé de se déplacer.

Champ magnétique des câbles sous-marins (*E. T. Z.*, janvier 1920). — Les expériences décrites ci-après furent menées à bonne fin en 1918 par la section de signalisation sous-marine du service des torpilleurs de Kiel; elles consistaient à étudier le champ magnétique au voisinage de la surface des eaux dans lesquelles sont immergés des câbles parcourus par des courants alternatifs à fréquence de 50, 500 et 1000 $\sim$. Le courant avait une intensité moyenne de 2 ampères; il était fourni par une dynamo; l'autre extrémité du câble était mise à la terre.

Les observateurs, munis de bobines d'essais reliées à des amplificateurs et à des récepteurs téléphoniques, se trouvaient à bord de bateaux. Dans les cas où la fréquence était de 50 $\sim$, on rendait les oscillations perceptibles par un procédé tenu secret.

Pour les fréquences de l'ordre de 50 $\sim$, le champ au-dessus du câble était distribué ainsi qu'on le voit en *a*, sur la figure, c'est-à-dire comme on s'attendait à le trouver distribué; mais pour des fréquences de l'ordre de 500 et 1.000 $\sim$, les lignes de force prenaient la forme représentée en *b*. On voit que les lignes *A* représentent le champ circulaire dû au courant qui parcourait le câble, et que les lignes des zones *B* et *C* étaient produites par les courants de Foucault induits dans l'eau. De nombreux essais confirmèrent le double changement de direction du champ à la jonction des zones *A* et *B*, *A* et *C*. Lorsque les bateaux employés étaient en fer, on reconnut que les lignes de force étaient dirigées suivant les flancs du bateau, et circulaient perpendiculairement à son axe, c'est-à-dire que le bateau se transformait en conducteur du courant qu'il

avait détourné de l'eau. L'intensité du champ diminuait en raison inverse du carré de la distance qui séparait le bateau du câble.



En avançant le long du câble à partir de la dynamo, on constatait que le courant et le champ magnétique allaient en décroissant, suivant une loi exponentielle.

On étudia l'influence de l'épaisseur de la couche d'eau en posant le câble de façon à pouvoir l'immerger à des profondeurs comprises entre 10 et 100 mètres, sur une longueur de 60 km. Pour des fréquences de l'ordre de 500, le champ, à la surface, perdait $\frac{1}{1.42}$ de son intensité par 10 mètres de profondeur. Pour des fréquences de l'ordre de 1.000 $\sim$, la fraction correspondante prenait la valeur de $\frac{1}{1.51}$. Cette déperdition révèle la formation de courants de Foucault dans l'eau.

On étudia le champ électrique en immergeant deux électrodes et en les reliant à une bobine d'essai couplée électro-magnétiquement à l'appareil acoustique de réception. Quelques essais seulement furent effectués, mais on put constater que le champ électrique diminuait en raison inverse du carré de l'éloignement du câble.

L'« American Telephone and Telegraph Company »

(Progrès réalisés en 1919). — *Installations.* — Pendant la guerre et les quelques mois qui suivirent, il ne fut pas toujours possible de remédier aussi rapidement qu'auparavant aux dérangements signalés soit dans les appareils et sur les lignes des

abonnés, soit sur les lignes interurbaines ; on fit le nécessaire pour les relever le plus rapidement possible, sans leur laisser le temps de s'accumuler ; les délais apportés à leur suppression n'affectèrent que très peu le rendement des installations ; ils n'eurent d'autre effet que d'interrompre le service pendant un temps légèrement plus long qu'en période normale. Cette difficulté à supprimer immédiatement les dérangements en question a été une des raisons secondaires qui ont contribué à faire perdre au service, pendant la guerre, une partie de son ancienne valeur.

Installations supplémentaires. — Tandis qu'en tout temps l'entretien des installations restait satisfaisant, la consommation, due à la guerre, de tous les matériaux et appareils téléphoniques, contribuait à appauvrir les stocks de réserve en de nombreux points ; c'est pourquoi, à la cessation des hostilités, dans beaucoup de villes, ces stocks se trouvèrent très réduits. Lorsque les conditions redevinrent normales et qu'il n'y eut plus de raison de mettre l'embargo sur tout ce matériel, on prit les mesures utiles pour reconstituer les stocks. Le retour du pays à une activité commerciale considérable et les demandes nombreuses d'installations téléphoniques qui en furent la conséquence, ont nécessité de nouvelles constructions. Des plans préparés à l'avance sous la direction du département technique, furent mis à exécution ; on établit des devis supplémentaires, on prit toutes les mesures utiles tendant à la fabrication et à la mise en service des nouveaux appareils dans le minimum de temps, tandis qu'on s'efforçait d'obtenir un rendement maximum des installations existantes. Ces mesures ont déjà fait ressentir leurs effets dans divers États ; le problème du retour du réseau général à un fonctionnement normal, sera solutionné le plus promptement possible.

Standards automatiques. — Au cours de l'année 1919, le département technique s'est employé à dresser les plans nécessaires à l'introduction, sur le réseau Bell, des standards automatiques. Notre intention est d'étudier soigneusement tous les perfectionnement des appareils et de rechercher le moyen le plus économique de les incorporer dans nos installations. Les études poursuivies en partant de ce principe montrent que, dans les villes importantes, il

y aura lieu d'employer le système automatique pour faire face à l'accroissement du trafic et pour remplacer les installations ordinaires devenues hors d'usage. En outre, l'expérience a démontré qu'en procédant ainsi, il serait possible de mettre graduellement en service les types d'appareils nouveaux munis des derniers perfectionnements, cela dans le minimum de temps, avec le minimum de gêne pour le service et sans conséquences fâcheuses pour le personnel et pour la situation financière de l'entreprise. On évitera de cette façon toutes les pertes de temps et d'argent qui ne manqueraient pas de se produire dans le cas de transformations brusquées; on ne risquera pas d'introduire des appareils non mis au point; au contraire grâce à une évolution méthodique, la valeur matérielle de l'ensemble du réseau s'élèvera de front avec les perfectionnements réalisés en téléphonie.

L'emploi des standards téléphoniques suivant le mode que nous avons adopté, permettra d'accroître le rendement (sans élever proportionnellement le nombre des téléphonistes nécessaires) et simplifiera l'exécution du service dans les grandes villes. Bien que les frais de première installation des standards automatiques soient plus élevés que ceux des standards manuels, nous croyons que l'abaissement des frais d'exploitation contribuera à compenser, en grande partie, les dépenses toujours croissantes qu'il faut engager pour assurer un bon service téléphonique.

Câbles interurbains. — La pose du réseau de câbles qui relie Philadelphie à Harrisburg a été terminée en 1919. Réuni aux câbles actuellement en service entre Boston et Washington, ce nouveau réseau constitue une voie interurbaine, construite entièrement en câble, qui commence dans les villes importantes de la côte orientale pour aboutir loin à l'ouest, à Harrisburg. On dresse les plans et on exécute les travaux qui permettront de prolonger cette voie au delà d'Harrisburg; on croit qu'à la fin de 1920 on aura atteint Pittsburgh. On étudie même un projet de liaison par câble entre cette dernière ville et Chicago. Si, comme on peut s'y attendre actuellement, les demandes de circuits interurbains supplémentaires continuent à affluer, il faut envisager pour 1923, la prolongation de ce réseau jusqu'à Chicago. La pose de ces câbles interur-

bains fera réaliser des économies pendant de nombreuses années, non seulement par suite de la suppression des frais d'installation et d'entretien de lignes supplémentaires dont la pose serait inévitable, mais encore parce qu'on évitera les dommages causés par les tempêtes aux canalisations en fil nu et la répercussion fâcheuse que les interruptions de service exercent sur la marche du réseau. En résumé, ces nouveaux câbles interurbains contribueront à stabiliser les installations de communication à longue distance, à réduire les frais d'exploitation et, en outre, à améliorer le service.

Matériel de construction pour économiser la main-d'œuvre. — Cette question offre un intérêt spécial aujourd'hui. Partout où cela est possible, on remplace par des machines la main-d'œuvre inhabile. On utilise pour creuser les trous et planter les appuis, des dispositifs actionnés au moyen du moteur des chariots automobiles. Quantité d'autres appareils destinés à économiser la main-d'œuvre ont été sérieusement étudiés et adaptés aux besoins de notre entreprise.

Recherches et perfectionnements. — Il est possible depuis longtemps d'échanger des communications à longue distance entre les principales villes des États-Unis, mais il reste encore à améliorer les circuits qui relient les localités moins importantes à ces grands centres, de façon à ce qu'elles rentrent dans le réseau du service universel.

La quantité de circuits nécessaires pour assurer les services urbains et interurbains a conduit, depuis plusieurs années, à l'emploi de câbles souterrains et aériens. Les dépenses occasionnées par la pose des conduites aussi bien que le prix de revient *des câbles mêmes, rendent désirable que ceux-ci renferment le plus grand nombre de circuits possible.*

Dans de précédents rapports, on a annoncé qu'on avait construit des câbles renfermant jusqu'à 1.800 et même 2.400 conducteurs. La méthode de construction de ces câbles a été utilisée pour des câbles de modèles différents ; elle sera encore développée de façon à ce qu'on puisse l'appliquer facilement à la construction de tous les câbles téléphoniques employés dans le service urbain.

En raison des perfectionnements dont nous avons doté la télépho-

nie à longue distance, il est nécessaire d'augmenter le nombre des lignes interurbaines, et de placer sous câbles les lignes urbaines et interurbaines des villes et des localités suburbaines.

On s'est efforcé, au cours des cinq dernières années, de mettre au point ce problème des câbles. Chaque nouveau câble à longue distance mis en place, représente un notable perfectionnement sur ce qui a été fait antérieurement. Certains câbles destinés aux transmissions à longue distance et posés en 1916, comprenaient des circuits en fil de cuivre d'un poids égal à 320 livres (145 kg. 152) par mille (1.610 m.). On obtient aujourd'hui une meilleure transmission par des circuits qui n'ont que 80 livres (36 kg. 290) de cuivre au mille, en se servant des câbles que nous avons perfectionnés.

Ce nouveau type de câble convient à des distances pouvant atteindre un millier de milles (1.610 km.). Dans les villes, on le pose dans des conduites souterraines; ailleurs, il est le plus souvent aérien.

Le développement continu des installations téléphoniques et l'extension qu'ont prise dans tout le pays les chemins de fer à traction électrique, les Sociétés d'éclairage et de transport d'énergie, ont soulevé des problèmes complexes, en raison des dérangements produits sur les lignes téléphoniques par les circuits de traction, de transport de lumière et d'énergie. Dans ces conditions, nos ingénieurs doivent collaborer plus étroitement que jamais avec les ingénieurs des compagnies électriques. Fréquemment les troubles interférenciels qui se produisent au téléphone sont dus non pas aux courants nécessaires au fonctionnement des circuits d'énergie ou de lumière, mais bien à des courants parasites émis par les dynamos. On espère, après entente avec les fabricants de génératrices et avec ceux qui les emploient, pouvoir y apporter toutes modifications utiles pour réduire considérablement les perturbations qu'elles produisent dans les installations téléphoniques.

Statistiques. — A la fin de 1919, le nombre des postes téléphoniques qui constituent les réseaux Bell s'élevait aux États-Unis à 11.795.747, dont 7.739.159 sont la propriété des compagnies associées. Ces chiffres font ressortir une augmentation de 729.748 postes pour cette seule année.

Emploi de l'arc de Poulsen en radiotélégraphie (*The Electrician*, mai 1920). — On sait que le procédé de radiotélégraphie dit « de l'arc de Poulsen », qui fait usage d'ondes non amorties, a été inventé en 1902 par le docteur Valdemar Poulsen et par le professeur P. O. Pedersen, de Copenhague ; à cette époque, les divers systèmes à ondes amorties ou à étincelles, s'efforçaient d'éviter les nombreuses difficultés résultant de l'emploi des ondes de cette catégorie. Bien que le système de l'arc de Poulsen fût riche en promesses et qu'on lui eût prédit le plus brillant avenir, il ne progressa guère jusqu'en 1909.

Historique des premiers travaux. — Pendant la période antérieure à 1909, les travaux effectués en Danemark n'avancèrent que très péniblement. Les stations de Esbjerg et de Lyngby, distantes de 180 miles (289 km. 800), furent installées à cette époque. Elles servirent à des essais de communication avec la station anglaise de Cullercoats ; ces expériences donnèrent une idée exacte de ce qu'on pouvait attendre du procédé de l'arc.

Une compagnie anglaise fut alors constituée, qui fit construire la station de Knockroe (Irlande) considérée à l'époque comme un projet ambitieux. On installa trois mâts, hauts de 360 pieds (110 m. environ) chacun, mais à cause de leur fragilité, on fut bientôt forcé de réduire leur hauteur. On commença les essais avec le Danemark en utilisant une dynamo de 30 kw. La compagnie ayant connu des embarras financiers on dut remettre à plus tard le perfectionnement d'un système qui promettait beaucoup.

Le savant américain de Forest reconnut la possibilité d'employer, en radiotéléphonie, les ondes non amorties émises par un petit arc Poulsen à hydrogène ; il imagina un dispositif peu encombrant, dont 28 répliques furent achetées par la marine des États-Unis qui en effectua l'installation vers 1908.

De très bonne heure, les Allemands avaient reconnu la valeur spécifique des ondes non amorties en général et de l'emploi de l'arc en particulier. Après un grand nombre de tentatives, qui avaient

pour but de trouver un système permettant d'éviter l'emploi de l'hydrogène (sur quoi reposait l'invention de Poulsen), on acheta le droit d'exploiter les brevets Poulsen en Autriche et en Allemagne. Il importe de noter que, même à cette époque, les Autrichiens et les Allemands s'attachaient à 'perfectionner des appareils de campagne évidemment dans des buts militaires.

N'est-il pas étrange que les ingénieurs allemands n'aient jamais pensé à développer les générateurs d'arc d'un plus grand modèle, surtout pendant la guerre, alors que la main-d'œuvre et le matériel militaire ne manquaient pas ?

..

Emploi de l'arc de Poulsen pour des transmissions à faible distance. — En 1909, l'auteur de cet article, persuadé de la possibilité de se servir de l'arc de Poulsen, en radiotélégraphie à longue distance, après avoir assisté à quelques démonstrations entre les stations d'Esbjerd, de Lyngby et Copenhague (à cette époque il n'existait aucune installation exploitée commercialement), conclut des arrangements en vue d'acheter les droits exclusifs d'exploitation du brevet Poulsen aux États-Unis. On créa une société américaine et on acheta à la compagnie danoise deux appareils, un de 5 kw., l'autre de 12 kw. Puis, on construisit une station à Stockton et une autre à Sacramento : ces deux villes, situées en Californie, sont distantes de 50 miles (80 km. 500). Les deux stations étaient semblables à celle de Lyngby, en ce qu'elles comprenaient chacune deux mâts hauts de 180 pieds (54 m. 85) qui supportaient une antenne biconique suspendue à un câble d'acier tendu entre les deux mâts. On y effectua des essais de télégraphie sans fil, tant à des vitesses manuelles qu'à des vitesses de transmission et réception automatiques rapides, puis des expériences de radiotéléphonie articulée.

On avait prétendu qu'il serait certainement impossible d'exploiter une troisième station située dans le champ de deux stations correspondantes. Or, tous les efforts des postes voisins à étincelles ou à ondes amorties, en vue de faire du tort au système naissant de

l'arc, ne parvinrent pas à troubler la communication entre les deux postes à arc et par suite firent la meilleure réclame à ce nouveau procédé.

En 1910, la troisième station à arc fut construite à San Francisco ; elle comprenait deux pylônes en treillis, hauts de 300 pieds (91 m. 40), que l'auteur de cet article avait imaginés et fait construire lui-même. Ces deux mâts servirent de modèle à 50 autres pylônes qu'on construisit par la suite et dont quelques-uns avaient une hauteur de 714 pieds (217 m. 55).

..

Station de San Francisco. — Le générateur d'arc de San Francisco a été fabriqué en cette ville même par la Compagnie américaine, d'après les appareils achetés en Danemark, mais il fut perfectionné, afin qu'il pût fonctionner longtemps sans échauffement des bobines, ni fusion de l'anode, etc. ; en fait, toutes les améliorations devaient tendre à l'utilisation de ces stations au point de vue commercial, ce qui leur permettrait de concurrencer les communications par fils. En se servant des trois stations de Stockton, Sacramento et San Francisco, on put démontrer surabondamment : la possibilité d'un accord parfait, d'un changement rapide de la longueur d'onde employée, l'absence d'interférence, le fonctionnement simple et facile des appareils, l'élimination des troubles dus aux parasites atmosphériques, etc., etc. ; en un mot, les avantages du nouveau procédé sur les systèmes à étincelles ou à ondes amorties employés jusque là.

..

Station d'Honolulu. — A partir de ce moment, la compagnie fit de rapides progrès techniques et commerciaux. Elle construisit des stations à Los Angeles, El Paso, Kansas City, Chicago, Portland et dans plusieurs autres villes américaines ; comme ces stations étaient exploitées commercialement, en concurrence avec les circuits ordinaires, la compagnie américaine s'attacha à rendre les

générateurs d'arcs et leurs accessoires absolument sûrs en les perfectionnant le plus possible. En 1912, on construisit une deuxième station à San Francisco et une nouvelle à Honolulu. Comme ces installations ont été signalées dans le rapport du Comité par lord Parker, nous croyons utile d'en donner ici une description sommaire.

L'antenne, du type biconique, est suspendue à un câble en acier, long de 600 pieds (182 m. 80) et porté par deux pylônes en treillis de bois, hauts de 440 pieds (135 m.). Le générateur d'arc possède une puissance de 30 kw. L'ensemble de l'installation du poste d'Honolulu est remarquable par son faible encombrement.

La centrale de force motrice d'Honolulu comprenait un moteur à essence de 60 HP « Union », actionnant deux dynamos Westinghouse montées en parallèle d'une puissance de 14 kw. et donnant 500 V de courant continu. Plus tard, on installa une deuxième machine. La distance légale entre les deux stations est de 2.400 miles (3.864 km.) ; elles ont correspondu entre elles sans interruption depuis leur mise en service en 1912.

..

Organisation d'un service de presse. — On jugera de l'importance qu'avait la création de ces stations à longue distance pour les habitants des îles Honolulu lorsqu'on saura qu'un service de presse — avec un minimum de 1.500 mots transmis quotidiennement, au tarif unitaire d'environ 2 cents (0 fr. 10) — fut immédiatement organisé au profit de l'« Honolulu Advertiser ». Avant l'exploitation radiotélégraphique, les lecteurs de ce journal devaient se contenter de 80 à 120 mots par jour, résumant les événements mondiaux de grande importance ou offrant quelque intérêt. Transmis sur le câble San Francisco-Honolulu, les télégrammes coûtaient 16 cents (0 fr. 80) par mot. Les insulaires payaient 35 cents (1,75) par mot pour expédier leurs câblogrammes à San Francisco. La compagnie radio abaissa le tarif à 25 cents (1,25) ; il en résulta aussitôt une augmentation du trafic, encore accru lorsque la Compagnie de Câble, laissant la compagnie radio assurer seule le ser-

vice entre San Francisco et Honolulu, put se charger de transmettre en plus grand nombre les télégrammes destinés aux Philippines et au Japon, à un tarif très rémunérateur.

..

Station d'Arlington. — Une nouvelle étape fut franchie lors de l'installation, à la station navale d'Arlington, près Washington (États-Unis), d'un arc de 30 kw. semblable à celui en service à San Francisco et à Honolulu. A l'époque, la station d'Arlington était la plus belle du monde. Son antenne était supportée par trois pylônes en acier dont deux avaient une hauteur de 450 pieds (138 m.) et l'autre de 600 pieds (182 m. 80).

Elle comprenait un dispositif à ondes amorties de 100 kw. (système Fessenden) qui permettait d'envoyer 108 ampères dans l'antenne. L'installation de l'arc de 30 kw. fournit l'occasion de comparer la valeur des ondes entretenues à celle des ondes amorties ; il donnait un courant d'antenne de 54 ampères. On effectua, avec diverses stations, des essais de réception au point de vue de l'intensité des signaux reçus. Pour des distances de quelques centaines de miles (1 mile = 1.610 m.) l'intensité des signaux reçus était proportionnelle à l'énergie transmise, laquelle était proportionnelle au carré des courants d'antenne. Ceci prouvait que la question de l'absorption n'entrait en ligne de compte que dans le cas de transmission à de plus grandes distances. L'arc de 30 kw. triompha définitivement du système à étincelles de 100 kw., à la suite d'essais avec la station de Colon (Isthme de Panama) distante de 1.800 milles marins (3.333 km. 600). De plus, l'appareil à arc permettait de correspondre avec San Francisco et Honolulu, c'est-à-dire à plus de 5.000 miles (8.050 km.). A la suite de ces remarquables essais, la marine des États-Unis adopta le système Poulsen : elle fit construire en 1913 un arc de 100 kw. qui fut installé à la station navale de Darien (Isthme de Panama). Cette station comprend trois pylônes hauts chacun de 600 pieds (182 m. 80).

A partir de juin 1913, les travaux de perfectionnement furent poursuivis par les ingénieurs de la « Federal Telegraph Co », sous

la direction de L. F. Fuller ; les puissants systèmes à arc en service aujourd'hui dans la marine américaine sont le fruit de ces travaux . Elle dispose actuellement de 10 stations à haute puissance pouvant fournir une énergie de 100 kw., qui permettent de franchir des distances allant de 1.600 (2.576 km.) à 5.300 miles (8.533 km.).

..

Développements réalisés aux Iles Britanniques. — En 1913, l'auteur du présent article se rendit en Angleterre en qualité d'ingénieur en chef d'un syndicat britannique constitué en vue d'acheter le droit d'exploiter les brevets Poulsen et Pedersen, pratiquement dans le monde entier. Ce syndicat fit dresser les plans de deux stations transatlantiques qui furent construites à Ballybunion (côte occidentale d'Irlande) et à Newcastle (Nouveau Brunswick, Canada). Chacune de ces stations fut dotée d'une antenne en parapluie en six parties, supportée par un pylône central de 492 pieds (150 m.) entouré de six pylônes de 300 pieds (91 m. 40). On installa à Newcastle deux arcs de 100 kw., construits à Copenhague et à Ballybunion un arc de 100 kw. et un autre de 200 kw. Le courant maximum dans l'antenne était de 110 ampères, pour une puissance de 130 kw. Vers la fin de 1914, on put correspondre à travers l'Atlantique et dans les premiers jours de la guerre, les stations rendirent quelques services. Le syndicat ne donna pas suite à son projet d'achat des brevets Poulsen et Pedersen ; une nouvelle société fut formée, qui acheta le droit de les exploiter et qui recueillit les fonds du syndicat.

..

Stations récemment installées. — A la suite d'un contrat, le syndicat avait été autorisé, vers la fin de 1913, à construire une station à arc de 100 kw. à Horsea Island, Portsmouth. L'auteur de cet article fut chargé du devis. L'antenne, de forme triangulaire, était supportée par trois pylônes en bois de 440 pieds (134 m.). Pendant la guerre, un hydroplane vint heurter un des pylônes à une

hauteur de 356 pieds (108 m. 50) et y resta accroché. Un des matelots attachés à la station monta au secours du pilote qui fut sauvé. L'arc de fabrication anglaise avait une puissance de 100 kw. Cette station fut achevée et cédée au Ministère de la marine britannique en juillet 1914. On s'en servit fréquemment pendant la guerre pour rester en liaison avec les flottes ; elle dépassa de beaucoup sa portée normale de 1.500 miles (2.415 km.).

En 1915, on installa à la tour Eiffel un poste à arc identique à celui de Horsea Island ; l'antenne de la tour Eiffel se compose de six fils d'acier fixés à son sommet. La capacité est faible pour un poste à arc de ce modèle, qui, ne comprenant pas de condensateur, dépend largement de la capacité de l'antenne. Le poste donnait dans l'antenne 110 ampères. Plus tard, on le remplaça par un dispositif qui permettait d'y envoyer 130 ampères.

En 1916, la station militaire de Lyon reçut un arc de 200 kw. L'antenne en service à cette époque reposait sur huit pylônes en acier de 394 pieds (150 m.) qui lui donnaient ainsi une grande capacité. On peut lui appliquer plus de 250 ampères ; avec 200 ampères on obtenait d'excellentes communications avec les États-Unis.

C'est en 1917, que la station de Rome fut construite pour le compte de la marine italienne ; l'antenne reposait sur trois pylônes en treillis de 714 pieds (220 m.) occupant les trois sommets d'un triangle équilatéral de 1.000 pieds (304 m. 70) de côté. Du fait que les pylônes étaient construits en bois, la capacité de l'antenne était faible, mais sa hauteur efficace était remarquable. Un arc de 200 kw. faisait passer dans l'antenne un courant supérieur à 180 ampères, et permettait d'obtenir de bonnes communications avec les États-Unis, c'est-à-dire à une distance de 4.300 miles (6.923 km.).

C'est également en 1917 que la marine française construisit à Nantes une station dont l'antenne était portée par six pylônes en fer hauts chacun de 590 pieds (180 m.). Le poste à arc de 200 kw. était semblable à celui installé à Rome. L'ancien arc de 100 kw. de la tour Eiffel y fut aussi installé provisoirement.

En 1919, on transforma les pylônes qui supportaient l'antenne de la station de Lyon. Six d'entre eux furent surélevés jusqu'à 590 pieds (180 m.) et on en éleva deux nouveaux ayant 656 pieds

(200 m.) chacun. Puis, on installa un nouvel arc de 350 kw. qui permit d'envoyer 315 ampères dans l'antenne. Les signaux reçus aux États-Unis sont bien meilleurs ; un service de presse a été institué la nuit avec Shanghai et le Japon, c'est-à-dire à une distance de 5.800 miles (9.338 km.).

Deux nouveaux postes à arc de 250 kw. seront installés, en 1920, à Leafield et Abu Zabal pour le compte du Post Office britannique. Ces deux stations, qu'on compte inaugurer vers la fin de l'année, seront agencées pour permettre une transmission commerciale extra-rapide.

L'exposé qui précède suffit à prouver qu'aujourd'hui on effectue au moyen de l'arc de Poulsen, une notable portion du trafic radio-télégraphique à longue distance du monde entier. On remarquera que nous n'avons rien dit des arcs plus faibles, dont la puissance varie entre 5 et 25 kw. ; il en existe certainement plus de 1.000 aujourd'hui dont la grande majorité ont été imaginés et fabriqués en Grande-Bretagne.

INFORMATIONS ET VARIÉTÉS

Câbles téléphoniques aériens dans les régions libérées.

— Les câbles aériens permettent de construire rapidement des lignes de grande capacité. C'est ainsi que les lignes en câbles reliant les abonnés de Mézières au bureau central téléphonique de Charleville, coupées par les Allemands pendant l'occupation et rendues inutilisables par suite de la destruction du pont d'Arches sur la Meuse ont pu être très rapidement rétablies par des câbles aériens. La traversée de la Meuse se fait par une seule portée de 80 mètres; au point le plus bas, le câble se trouve à 17 mètres au-dessus du niveau de l'eau.

Lignes téléphoniques souterraines. — En vue d'obtenir une plus grande stabilité du service, le Post Office britannique fait procéder à la pose de câbles téléphoniques souterrains dans la plupart des grandes villes industrielles. Les frais de première installation seront très élevés, mais les autorités estiment que les frais d'entretien du nouveau système seront inférieurs à ceux de l'ancien.

Une des plus importantes canalisations, dont la construction se poursuit actuellement, reliera Londres à Manchester. On dit qu'elle sera achevée sous peu : on a commencé la pose des câbles, il ne reste plus qu'à les épisser et à les essayer. On a placé les conduites sur la majeure partie du parcours Londres-Bristol, et on poursuit l'avance d'un travail identique entre Londres et Southampton. Les câbles qui relieront Glasgow et Coatbridge, Dumbarton et Motherwell seront prêts à fonctionner incessamment, tandis qu'entre Ormskirk et Preston, villes presque voisines, les installations sont à peu près achevées. Les travaux de liaison entre Manchester et Liverpool, Bolton et Rochdale, Liverpool et Chester sont très avancés; on prépare d'autres canalisations souterraines pour relier les villes indus-

trielles des Midlands, celles du district de Birmingham en particulier. Les ingénieurs sont entravés par la difficulté qu'ils éprouvent à se procurer la main-d'œuvre et les matériaux nécessaires, mais, malgré cela, on espère qu'à la fin de 1920, l'ensemble du programme sera presque complètement réalisé.

Le service téléphonique à New-York. — A New-York, le service téléphonique fait des progrès satisfaisants dans le sens du retour à son efficacité de jadis. Gêné par la rareté des matières premières et des produits manufacturés aussi bien que par la crise des transports et par les grèves, il n'en a pas moins réussi à installer 35.418 postes nouveaux pendant les quatre premiers mois de 1920. Ce chiffre n'avait jamais été atteint jusqu'ici; il reste encore à effectuer 64.834 installations.

M. J. S. McCulloch, vice-président de la Compagnie, déclare que le trafic téléphonique à New-York a pris des proportions incroyables. Depuis l'an dernier, le personnel a été presque doublé et on a posé plus de 100.000 milles (161.000 km.) de nouveaux circuits. M. McCulloch attire l'attention sur ce fait digne de remarque, que l'augmentation du nombre des communications échangées quotidiennement à New-York est égale au nombre total des communications échangées pendant 24 heures à Philadelphie. Il annonce aujourd'hui qu'une fois réalisées les améliorations, qui coûteront 32.000.000 de dollars, New-York possédera de nouveau, comme avant la guerre, « le meilleur service téléphonique du monde ».

BIBLIOGRAPHIE

A. BIBLIOTHÈQUE DES ANNALES DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES.

Introduction à la théorie des courants téléphoniques et de la radiotélégraphie, par M. J.-B. POMEY, Ingénieur en chef des Télégraphes (1920). — (Gauthier-Villars et C^e, éditeurs, 55, quai des Grands-Augustins, Paris, VI^e. 1 vol. in-8 raisin (250 × 162) de 510 pages avec 100 figures dans le texte, broché 25 fr., majoration temporaire 100 0/0.),

TABLE DES MATIÈRES

- Chapitre I. — Introduction mathématique.
- Chapitre II. — La traduction mathématique des faits fondamentaux de l'électricité et du magnétisme.
- Chapitre III. — Les lois : loi d'Ohm, loi de Laplace, loi de l'induction.
- Chapitre IV. — De la théorie de Maxwell à la théorie de Lorentz.
- Chapitre V. — Fonctions harmoniques simples.
- Chapitre VI. — Courants périodiques et oscillations amorties.
- Chapitre VII. — Méthode de répétition. Synchronisation.
- Chapitre VIII. — Décharge oscillante du condensateur.
- Chapitre IX. — Électro-cinétique et mécanique.
- Chapitre X. — Puissance active et puissance réactive.
- Chapitre XI. — Recherches de Pupin.
- Chapitre XII. — Téléphonie et pupinisation.
- Chapitre XIII. — Calcul symbolique. Coefficients de réflexion. Propagation du courant dans un câble. Développement de Heaviside.
- Chapitre XIV. — Propagation du courant.
- Chapitre XV. — L'antenne (partie mécanique).
- Chapitre XVI. — Vibrations électriques de l'antenne.
- Chapitre XVII. — Résonance primaire. Alternateur à résonance.
- Chapitre XVIII. — Régime périodique d'émission dans les postes à étincelles.
- Chapitre XIX. — Génération des oscillations entretenues.
- Chapitre XX. — Circuits oscillants; accouplement.

- Chapitre XXI. — Amortissement ; formule de Bjerknès.
 Chapitre XXII. — Capacité et induction.
 Chapitre XXIII. — Propagation des ondulations électriques produites par un dipôle.

B. OUVRAGES DIVERS.

La transmission téléphonique, théorique et appliquée,
 par J.-G. HILL, Assistant Staff Engineer-General Post Office. Londres
 (Longman's Green and Co, éditeurs, 39 Paternoster road, London).

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE I

FORMULES ET NOTES MATHÉMATIQUES

Le théorème du binôme. — La série exponentielle. — Relation entre le sinus, le cosinus et l'exponentielle. — Progression géométrique. — Vecteurs. — Opérations vectorielles. — Fonctions hyperboliques. — Liste de formules concernant les fonctions hyperboliques. — Valeurs maxima et minima des fonctions hyperboliques. — Différenciation et intégration des fonctions hyperboliques. — Angles hyperboliques complexes. — Liste de formules concernant les angles hyperboliques imaginaires. — Théorème sur les fonctions hyperboliques. — Maxima et minima. — Le mouvement pendulaire et la fonction sinusoïdale. — Vitesse angulaire. Amplitude. — Phases, retard et avance. — La fonction cosinus. — La longueur et le temps dans les fonctions sinusoïdales. — Longueur d'onde et constante de longueur d'onde. — Amortissement de l'onde sinusoïdale. — Distinction entre les voltages et les courants transitoires et ceux qui ont atteint l'état de régime. — Tables de fonctions hyperboliques.

CHAPITRE II

LA LIGNE INFINIE

Remarques générales. — Formules donnant les courants et les voltages le long d'une ligne infinie. — La constante d'affaiblissement et la résistance caractéristique. — Relation entre γ , R_0 , R et C . — Approximation de la condition de lignes infinies. — Effets relatifs de γ et de R_0 sur le courant reçu. — Comparaison de l'efficacité de transmission de deux circuits infinis. — Puissance dans le cas de la ligne infinie. — Comparaison de la puissance dans deux circuits infinis. — Exemples.

CHAPITRE III

LE CIRCUIT ÉQUIVALENT

Remarques préliminaires. — Résistance finale à l'émission d'une ligne de transmission de longueur quelconque ouverte à l'extrémité réceptrice.

Ann. des P., T. et T., 1920-III (9^e année).

30

— Résistance finale à l'émission d'une ligne de transmission de longueur quelconque court-circuitée à l'extrémité réceptrice. — Courant à l'extrémité transmettrice d'une ligne de longueur quelconque ouverte à l'extrémité réceptrice. — Courant à l'extrémité transmettrice d'une ligne de longueur quelconque court-circuitée à l'extrémité réceptrice. — Courant à l'extrémité réceptrice d'une ligne de longueur quelconque court-circuitée à cette extrémité réceptrice. — Résistance finale à la réception d'une ligne de longueur finie court-circuitée à l'extrémité réceptrice. — Voltage à l'extrémité réceptrice d'une ligne ouverte à cette extrémité. — Remarques sur les formules établies pour le cas des lignes finies sans appareils extrêmes. — Mesure des constantes électriques d'une ligne de transmission. — Comparaison entre le courant à l'extrémité réceptrice d'une ligne de longueur quelconque mise à la terre ou court-circuitée sans appareil récepteur, et le courant au même point de la même ligne prolongée indéfiniment. — Résistance finale à l'émission d'une ligne de longueur quelconque fermée à son extrémité réceptrice par une résistance Z_a . — Courant à l'extrémité transmettrice d'une ligne finie fermée par une résistance Z_a à l'extrémité réceptrice. — Courant à l'extrémité réceptrice d'une ligne finie fermée à cette extrémité par une résistance Z_a . — Variation du courant reçu au bout d'une très longue ligne en fonction de la résistance de l'appareil récepteur. — Résistance finale à la réception d'une ligne uniforme de longueur quelconque fermée par une résistance Z_a à l'extrémité réceptrice. — Résistance finale à l'émission d'une ligne de longueur quelconque fermée à chaque extrémité par une résistance Z_a . — Courant à l'extrémité transmettrice d'une ligne finie fermée à chaque extrémité par une résistance Z_a . — Courant à l'extrémité réceptrice d'une ligne fermée à chaque extrémité par une résistance Z_a . — Courant à l'extrémité réceptrice d'une ligne fermée à l'extrémité transmettrice par une résistance Z_a et à l'extrémité réceptrice par une résistance Z_b . — Résistance à la réception d'une ligne fermée à une extrémité par une résistance Z_a et à l'autre par une résistance Z_b . — Courant au départ d'une ligne fermée à une extrémité par une résistance Z_a et à l'autre par une résistance Z_b . — Equivalence des circuits en T et en Π et relation entre leurs constantes. — Exemples.

CHAPITRE IV

LA CHARGE DES LIGNES DE TRANSMISSION ET LA CONSTRUCTION DE CÂBLES ARTIFICIELS. — CAS DU COURANT CONTINU

Remarques préliminaires. — Charge en série régulière des lignes uniformes. — Charge en dérivation régulière des lignes uniformes, cas spécial. — Valeurs relatives de la résistance de charge en série et de la résistance de charge en dérivation donnant le même angle θ à un circuit uniforme donné. — Charge en dérivation régulière, cas général. — Formule de C. A. Campbell. — Câbles artificiels. — Circuit nominal. — Erreur commise en se servant de la formule du circuit nominal en T pour la mesure de la résistance finale à l'émission d'une ligne de transmission dont l'extrémité réceptrice est court-circuitée. — Erreur commise en utilisant la formule du circuit nominal en T pour la mesure de la résistance d'isolement, c'est-à-dire de la résistance à l'émission d'une ligne dont l'extrémité réceptrice est ouverte. — Exemples.

CHAPITRE V -

LA VOIX HUMAINE EN TÉLÉPHONIE

Introduction. — Les organes de la parole. — Nature du son et différentes variétés de sons. — Résonance. — Intervalle de la voix humaine. — Fréquence moyenne de la voix en téléphonie. — Echelle des sons perçus par l'oreille. — L'oscillographe. — Examen des oscillogrammes. — Enregistrement de voyelles. — Temps que prennent les ondes des courants téléphoniques pour atteindre l'état de régime permanent. — Amplitudes relatives des sons de la parole d'après les oscillogrammes. — Variation de la forme d'onde suivant la nature du circuit sur lequel les ondes de conversation sont transmises. — Retard de phase du courant reçu dans un câble téléphonique sous-marin. — Comparaison d'enregistrements de la parole pris suivant différents procédés. — Qualité de la conversation sur différents genres de lignes téléphoniques. — La fréquence des ondes de conversation. — Remarques sur les expériences effectuées pour la détermination de la fréquence moyenne de la parole. — Conclusions.

CHAPITRE VI

L'APPLICATION DE LA THÉORIE DES COURANTS ALTERNATIFS AUX
LIGNES DE TRANSMISSION EN TÉLÉPHONIE

Remarques préliminaires. — Phase par rapport à l'extrémité transmettrice de la ligne. — Amplitude et vecteur. — Propagation du voltage et du courant sur une ligne infinie. — Courant en un point x quelconque d'une ligne de transmission uniforme de longueur quelconque court-circuitée à l'extrémité réceptrice. — Courant en un point x quelconque d'une ligne uniforme finie ouverte à son extrémité réceptrice. — Voltage en un point x quelconque d'une ligne uniforme de longueur quelconque court-circuitée à son extrémité réceptrice. — Voltage en un point x quelconque d'une ligne uniforme de longueur quelconque ouverte à son extrémité réceptrice. — Relation entre le voltage et le courant sur les lignes finies. — Puissance en un point x quelconque d'une ligne de longueur quelconque court-circuitée à l'extrémité réceptrice. — Puissance en un point x quelconque d'une ligne de longueur quelconque ouverte à l'extrémité réceptrice. — Exemples de résolution des problèmes sur le courant alternatif.

CHAPITRE VII

RÉFLEXION ET PUISSANCE DANS LES CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES

Réflexion, remarques générales. — Réflexion à la jonction de deux lignes infinies. — Réflexion à l'extrémité isolée d'une ligne de transmission. — Réflexion à l'extrémité court-circuitée d'une ligne de transmission. — Transmission et réflexion partielles sur une ligne infinie en un point de jonction entre deux impédances inégales. — Coefficients de transmission et de réflexion. — Etablissement d'une équation de transmission par le procédé des réflexions. — Réflexion aux extrémités d'une ligne finie ouverte à une extrémité et court-circuitée à l'autre. — Expression

du voltage à l'extrémité réceptrice. — Relations entre la puissance dans les appareils placés aux extrémités d'une ligne de transmission uniforme et les impédances relatives de ces appareils et de cette ligne. — Remarques préliminaires. — Puissance dans l'appareil récepteur et dans la ligne adjacente dans le cas d'un circuit uniforme de longueur quelconque mis sur appareil à l'extrémité réceptrice. — Effet d'un changement d'impédance sur la puissance reçue à l'extrémité d'une ligne de transmission. — Puissance dans l'appareil transmetteur et dans la ligne adjacente dans le cas d'un circuit de longueur quelconque court-circuité à l'extrémité réceptrice. — Perte terminale. — Puissance dans l'appareil récepteur et la ligne adjacente dans le cas d'une ligne de longueur quelconque ayant des appareils d'impédance différentes à ses deux extrémités. — Conclusions en ce qui concerne l'effet de l'impédance. Applications des formules. — Pertes terminales calculées et observées. — Pertes de transmission. — Perte terminale pour différentes longueurs de lignes d'abonné avec le poste d'abonné standard à batterie centrale. — Etude de la construction d'un appareil. — Lignes de transmission longues et courtes. — Impédance d'une ligne d'abonné constituée par une certaine longueur de câble standard relié à l'appareil standard. — Perte de transmission à la jonction de deux lignes infinies (ou d'une ligne infinie et d'un appareil). — Exemples.

CHAPITRE VIII

LES CONSTANTES DES CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES

Remarques sur les constantes électriques. — Résistance en courant continu. — Formules basées sur les étalons de Matthiessen. — Formules basées sur les définitions de l'Engineering Standards Committee. — Etalons de résistance de la Commission Electrotechnique Internationale (Berlin, 1913). — Coefficient de température du cuivre. — Fil de fer. — Fil de bronze phosphoreux. — Fil d'aluminium. — Résistance effective. — Résistance effective des bobines de charge. — Résistance effective d'un fil de fer. — Inductance. — Définition. — Inductance d'un fil cylindrique rectiligne. — Inductance d'un circuit bifilaire. — Inductance des fils de fer. — Variation avec la fréquence. — Pertitance. — Capacité électrostatique ou capacitance. — Capacité d'une ligne aérienne bifilaire sans fer. — Capacité d'une ligne aérienne unifilaire sans fer. — Capacité des câbles souterrains. — Capacité des circuits fantômes dans les câbles téléphoniques sous papier. — Capacité des câbles sous-marins. — Température pendant les mesures effectuées sur les câbles sous-marins. — Electrification et absorption diélectriques dans les câbles sous-marins. — La constante d'affaiblissement. Le cas le plus général est le cas idéal. — Intensité et netteté de la conversation sur des lignes aériennes et sur des câbles souterrains. — Formules donnant l'affaiblissement d'un circuit chargé dans lequel ωL est grand par rapport à R et ωC est grand par rapport à G . — Valeur minimum de l'affaiblissement donné par la même formule. — Remarque sur la constante d'affaiblissement des circuits fantômes. — Constante d'affaiblissement des lignes aériennes chargées. — Constante d'affaiblissement pour les câbles non chargés de grande résistance. — Constante d'affaiblissement d'un câble souterrain isolé au papier dans le sens où l'on néglige la pertitance. — Impédance caracté-

ristique. — Constante de longueur d'onde. — Table des constantes des circuits téléphoniques britanniques. — Changements des constantes dus à des variations de température. — Exemples.

CHAPITRE IX

LA CHARGE DES CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES. CHARGE IDÉALE. CHARGE CONTINUE (KRARUP). CHARGE AU MOYEN DE BOBINES EN SÉRIE (PUPIN). CHARGE AU MOYEN DE BOBINES EN DÉRIVATION (THOMPSON). CAS DU COURANT ALTERNATIF.

Effet de la capacité électrostatique dans les lignes de transmission. — Compensation des effets de la capacité par de l'inductance. — Le circuit sans déformation. — Effet de la perte dans les circuits chargés et non chargés. — Analogie entre la charge idéale et la transmission d'ondes sinusoïdales libres. — Succédanés pratiques remplaçant la charge idéale. — Différentes façons d'ajouter de l'inductance artificielle aux lignes de transmission. — Relation entre la constante d'affaiblissement minimum et le degré de charge. — Charge continue (système Krarup). — Effet d'un accroissement de R_2 et de L sur la constante d'affaiblissement. — Avantages et inconvénients de la charge continue. — Déformation dans les câbles à charge continue. — Charge au moyen de bobines en série. Cas du courant alternatif. — Distance d'espacement des bobines dans les câbles chargés en série. — Bobines de charge pour circuits souterrains. — Bobines de charge pour lignes aériennes. — Essais des bobines de charge en fabrique. — Effet de la charge sur des câbles souterrains à circulation d'air. — Le circuit fantôme chargé dans les câbles souterrains. — Application pratique de la charge avec des bobines en série au cas des circuits souterrains. — Application de la charge au moyen de bobines aux lignes aériennes. — Mesures d'affaiblissement de la puissance et du courant sur les circuits chargés de bobines. — Déformation dans les circuits chargés au moyen de bobines en série. — Remarques générales sur la déformation dans les lignes de transmission. — Effet sur la constante d'affaiblissement des circuits combinants des bobines de charge du circuit fantôme. — Application de la charge continue aux circuits souterrains. — Application de la charge aux câbles sous-marins. — Câble sous-marin chargé par des bobines en série. — Vitesse maxima de transmission et affaiblissement minimum pour un diamètre donné D . — Formules donnant le poids et l'épaisseur du guipage de gutta-percha des conducteurs des câbles sous-marins. — Perditance des câbles isolés à la gutta-percha et à la balata. — Economie de matière première résultant de la charge. — Impédance des câbles chargés de bobines. — Essais d'exploitation de deux circuits fantômes chargés dans un câble sous-marin à quatre conducteurs. — Câbles sous-marins à charge continue. — Avantages et inconvénients. — Relation entre l'épaisseur du fil de fer servant à la charge continue et la constante d'affaiblissement du circuit chargé. — Charge au moyen d'inductances groupées montées en dérivation. — Exemples.

CHAPITRE X

MÉTHODES DE MESURES EN COURANT ALTERNATIF DES IMPÉDANCES
ET DES CONSTANTES DES LIGNES DE TRANSMISSION

Mesures en courant alternatif. — Remarque préliminaire. — Types d'ap-

pareils en courant alternatif utilisés pour les mesures téléphoniques. — Le pont de Wheatstone à courant alternatif. — Formules du pont équilibré. — Détail d'une mesure d'impédance. — Le potentiomètre à courant alternatif de Drysdale. — La machine de Franke. — Utilisation de la machine de Franke pour les mesures d'impédance. — Essais d'un circuit téléphonique aérien bifilaire en fils de cuivre pesant 300 livres au mile. — Calcul détaillé des constantes d'une ligne téléphonique. — Différents essais effectués sur une ligne aérienne en fils pesant 300 livres au mile. — Différentes méthodes de calculs et de mesures. — Essais effectués sur un câble sous-marin à double fil non chargé. — Essais d'un câble sous-marin à un seul conducteur. — Essais au moyen de câble artificiel. — Cross-talk mètre; description et mode d'emploi.

CHAPITRE XI

LE CÂBLE STANDARD ET L'APPLICATION PRATIQUE DES CALCULS DE TRANSMISSION

Le câble standard. — Principaux modes d'emploi du câble standard. — Définition d'un standard de transmission. — Description du standard de transmission. — Courbes de l'équivalent de la ligne d'abonné à la transmission et à la réception. — Courbe de la perte due à la réduction de l'alimentation microphonique. — Effet d'une résistance fixe placée du côté des postes d'abonné dans le circuit standard de transmission. Portée de la conversation au moyen de l'appareil standard. — Intensité du courant continu dans la ligne d'abonné (cas du standard de transmission). — Applications de la méthode d'essais au moyen du câble standard. Pertes des transmissions dues à des appareils placés en série ou en dérivation sur les lignes. — Projets généraux de transmission téléphonique. — Etude d'un projet général de transmission. — Données numériques de transmission. — Usage du signe — pour indiquer un gain de transmission. — Importance de la conservation des standards de transmission. — Exemples.

CHAPITRE XII

LES PROBLÈMES COMMERCIAUX EN TRANSMISSION TÉLÉPHONIQUE

Prix minimum, y compris les bobines, d'un câble souterrain chargé ayant une efficacité de transmission donnée. — Prix minimum d'un câble souterrain chargé (y compris les bobines de circuits fantômes). — Cas d'un câble complexe comprenant différents types de conducteurs et ayant une longueur donnée et un équivalent de transmission donné. — Dans les lignes téléphoniques aériennes pour un affaiblissement (βl) donné, c'est toujours un conducteur uniforme sur tout le parcours qui exige le poids de cuivre minimum. — Prix des réseaux téléphoniques urbains. Formules de prix minimum. — Exemples.

CHAPITRE XIII

FORMULES DE TRANSMISSION RELATIVES AUX LIGNES EN SÉRIE MUNIES D'APPAREILS EN SÉRIE OU EN DÉRIVATION

Remarques préliminaires. — Courant à l'extrémité réceptrice de deux lignes de transmission de longueurs quelconques en série. — Courant à

L'extrémité réceptrice de deux lignes de transmission en série lorsqu'une impédance Z_a est placée en série à l'extrémité transmettrice. — Courant reçu à l'extrémité de trois lignes de transmission de longueurs quelconques en série, la dernière étant court-circuitée à son extrémité réceptrice. — Effet produit par l'insertion, en un point quelconque d'une ligne de longueur déterminée et ayant un angle de ligne θ''' , d'une section de longueur déterminée ayant un angle de ligne θ . — Effet obtenu en plaçant un appareil d'impédance Z_c en série à une des extrémités d'une ligne de transmission uniforme terminée à ses deux extrémités par des appareils Z_a et Z_b . — Effet sur le courant reçu d'une impédance Z_a placée en série en un point quelconque d'une ligne de transmission. — Effet sur l'impédance à la transmission d'une impédance Z_a intercalée au milieu d'une ligne uniforme. — Impédance caractéristique d'une ligne chargée en série. — Perte ou gain de transmission dus à un appareil en dérivation à une des extrémités ou au milieu d'une longue ligne uniforme. — Exemple.

CHAPITRE XIV

LES RELAIS TÉLÉPHONIQUES

Considérations générales. — Détermination des caractéristiques d'un relais téléphonique. — Différents montages des relais téléphoniques. — Relais téléphonique simple. — Relais téléphonique double. — Lignes artificielles représentant des lignes chargées. — Le système Van Kesteren. — Signaux d'appel. — Avantage des relais téléphoniques au point de vue de la transmission. — La valve thermionique utilisée comme oscillateur.

APPENDICES

I

Démonstration mathématique des relations entre le voltage et le courant à l'état de régime permanent sur une ligne de longueur quelconque ayant des constantes électriques uniformément distribuées.

II

Démonstration mathématique élémentaire des relations entre le voltage et le courant à l'état de régime permanent sur une ligne infinie ayant des constantes électriques uniformément distribuées.

III

Calcul des constantes d'une ligne artificielle en T qui, dans l'état de régime permanent, se comporte de la même façon qu'une ligne de longueur quelconque ayant des constantes uniformément distribuées.

IV

Calcul des constantes d'une ligne artificielle en II.

V

Valeur minimum de la constante d'affaiblissement et de la constante de la longueur d'onde lorsque $L G = C R$.

VI

Dans une ligne de transmission uniforme quelconque, si ωC est grand par rapport à G , et ωL grand par rapport à R , le facteur ω contenant la fréquence disparaît de l'expression de la constante d'affaiblissement : la ligne est sans déformation.

VII

Démonstration de l'équation d'après laquelle la figure 90 (chapitre IX) a été construite et exemples d'application de cette équation et de cette figure.

VIII

Relation entre les valeurs de x et de e^{-x} . — Remarques sur les figures J K L.

Causeries philosophiques, par M. BADOUREAU, Ingénieur en chef des Mines (Gauthier-Villars et C^{ie}, éditeurs, 55, quai des Grands-Augustins, Paris, VI^e. 1 vol. broché in-8° carré de xx-226 p.). Prix : 6 frs.

L'auteur a essayé de suivre dans cet ouvrage la voie tracée par M. de Freycinet, en tenant compte des progrès réalisés depuis le début du xx^e siècle tant par la science que par la philosophie. M. de Freycinet avait étudié l'espace, le temps, la matière et la force, qui font l'objet de quatre des premiers chapitres du livre actuel. M. Badoureau rend hommage à la robustesse de son bon sens, à la limpidité de son exposition et à l'abondance des idées qu'il suggère.

Mesures électrotechniques, par Albert TURPAIN, professeur à la Faculté des Sciences de Poitiers, chargé du cours d'Électricité industrielle (Dunod, éditeur, 47 et 49, quai des Grands-Augustins, Paris, VI^e, 1 vol. 16 × 25 de 183 pages, avec 105 figures). Prix (majoration comprise) : 20 francs.

L'auteur expose systématiquement les mesures pratiques d'électricité industrielle nécessaires à l'étudiant, à l'ingénieur, à l'électricien.

La réunion, dans des tableaux d'expériences judicieusement disposés, des données, permet de dégager immédiatement le résultat cherché, tant en ce qui concerne la technique expérimentale des courants continus que des courants alternatifs.

Les compteurs d'électricité, par M. R. FICHTER, ingénieur I.E.N. (Dunod, éditeur, 47 et 49, quai des Grands-Augustins, Paris, VI^e, 1 vol. 16 $\times$ 25 de iv-223 pages, avec 155 figures). Prix (majoration comprise) : 24 francs.

L'ouvrage de M. Fichter explique sans détails superflus, mais avec tous renseignements utiles, le fonctionnement des divers types de compteurs employés tant dans la pratique courante que pour les tarifications modernes les plus spéciales.

La T.S.F. et la guerre. Manuel pratique d'électricité et de radioélectricité, par E. SINTUREL, 2^e édition revue et augmentée. Un vol. in-8° de 278 pages, avec 234 figures. En vente chez l'auteur, à La Souterraine (Creuse). Prix (majoration comprise) : 15 francs.

La nouvelle édition de l'ouvrage de M. Sinturel comprend des notions plus étendues et des précisions sur la télégraphie et la radiotélégraphie aux armées, l'organisation du réseau, la théorie de la T.P.S., les lampes à trois électrodes, la téléphonie sans fil et la radiogoniométrie. Le livre s'achève par des notes annexes de MM. MAURUC, MAGNY, MORALL.

BREVETS D'INVENTIONS ⁽¹⁾

- 502.114 Système d'écriture à distance. — Société dite : **TELEPANTOGRAPH-GESELLSCHAFT MIT BESCHRANKTER HAFTUNG.** — Allemagne.
- 502.115 Système de montage pour bureau téléphonique à raccordement automatique. — Société dite : **DEUTSCHE TELEPHONWERKE.** — Allemagne.
- 502.196 Mode de montage pour la transmission de l'écriture. — Société dite : **TELEPANTOGRAH-GESELLSCHAFT MIT BESCHRANKTER HAFTUNG.** — Allemagne.
- 502 317 Téléphone portatif de campagne. — Société **Charles MILDÉ ET C^{ie}.** — France.
- 502.719. Dispositif pour engendrer dans une antenne pour télégraphie et téléphonie sans fil des oscillations électriques d'une fréquence rigoureusement unique. — **M. Ettore BELLINI.** — France.

Pour produire dans une antenne des oscillations électriques, le procédé généralement employé consiste à faire parcourir au courant de décharge d'une batterie de condensateurs le primaire d'un transformateur dont le secondaire est inséré dans l'antenne : si le coefficient d'accouplement n'est pas très petit, on obtient dans l'antenne et dans le circuit excitateur deux oscillations de fréquences différentes même si, avant leur accouplement, les deux circuits avaient la même fréquence.

On remédie à cet inconvénient par l'emploi simultané de l'excitation électrique et de l'excitation magnétique dans les conditions exposées ci-après.

On constate, en effet, que pour chaque degré d'accouplement électrique ou magnétique, il existe toujours un degré d'accouplement magnétique ou électrique correspondant pour lequel une oscillation d'une fréquence unique s'établit dans l'ensemble des deux circuits accouplés, que ceux-ci aient ou n'aient pas la même fréquence. La condition la plus favorable s'obtient quand les deux circuits ont la même fréquence, à partir du moment où l'accouplement électrique a été effectué.

(1) Les descriptions, notices et dessins relatifs aux brevets sont en vente à l'Imprimerie Nationale, 87, rue Vieille-du-Temple, Paris (III^e).

Dans ce cas, pour obtenir une fréquence unique, il faut que le coefficient d'accouplement électrique soit égal au coefficient d'accouplement magnétique. Il faut, en outre, que la force électro-motrice induite magnétiquement soit de sens contraire de celle induite électriquement aux armatures du condensateur du circuit induit.

- 502.721 Système de brouillage des communications radio-télégraphiques. — MM. J. BETHENOD et Émile GIRARDEAU. — France.

Un poste émetteur peut arriver à brouiller les communications des postes avoisinants et à les empêcher de communiquer entre eux par les combinaisons suivantes :

- 1° Un poste émetteur muni de variomètres à commande automatique et simultanée, afin d'obtenir une variation continue de la longueur d'onde émise tout en assurant l'accord de l'antenne sur le circuit oscillant.
- 2° Un poste émetteur muni d'inductances variables par fraction destinées à assurer une variation continue de la longueur d'onde émise et commandées par un commutateur à plots. Le système d'entraînement de ce commutateur agissant également sur le circuit d'alimentation de l'éclateur afin d'empêcher la fermeture de ce circuit avant que le commutateur soit dans la position convenable.
- 3° Un poste émetteur muni d'inductances variables par fraction destinées à assurer la variation de la longueur d'onde émise et d'un éclateur tournant qui sert en même temps de commutateur pour rendre cette variation de longueur d'onde continue.

- 502.722 Perfectionnements dans les postes de téléphonie sans fil utilisant des générateurs cathodiques pour la production des ondes hertziennes. — SOCIÉTÉ FRANÇAISE RADIO-ÉLECTRIQUE. — France.

- 502.760 Détecteur à solides à contacts multiples indépendants et stables. — M. HORACE HURM. — France.

- 502.918 Fusée sensitive à percuteur extérieur. — MM. Étienne CHALLET et Auguste BOISSONNAS. — France.

- 503.047 Dispositif de réception en télégraphie sans fil. — M. Marius LATOUR. — France.

- 503.076. Montages pour téléphonie sans fil avec alternateur à haute fréquence. — SOCIÉTÉ FRANÇAISE RADIO-ÉLECTRIQUE. — France.

- 503.206 Perfectionnement aux tubes à vide employés en télégraphie et téléphonie sans fil. — SOCIÉTÉ J. BOCUZE ET C^{ie}. — France.

- 503.241 Perfectionnements aux récepteurs à soupape pour signaux sans fil. — Société dite : MARCONI'S WIRELESS TELEGRAPH C^o LTD. — Angleterre.

- 503.727 **Système de téléphonie automatique à longue distance. —**
 COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS
 THOMSON-HOUSTON. — France.
- 503.765 **Perfectionnements apportés aux installations télépho-**
 niques, telles, notamment, que celles pour télégraphie
 sans fil. — M. Léon-Nicolas BRILLOUIN. — France.
- 503.766 **Perfectionnements apportés aux installations téléphoniques,**
 telles, notamment, que celles pour télégraphie sans fil. —
 M. Léon-Nicolas BRILLOUIN. — France.
- 503.936 **Perfectionnements dans les relais téléphoniques. — M. Ma-**
 rius LATOUR. — France.
- Le dispositif permet la possibilité, pour un opérateur du bureau intermédiaire où est installé le relais, de correspondre avec les bureaux terminus et de surveiller le fonctionnement du relais grâce à l'introduction de son poste de service (téléphone, microphone et dispositif d'appel) en des points convenables des circuits, en particulier en dérivation sur le transformateur de sortie du relais.
- L'inventeur prévoit, en outre, des montages nouveaux avec un nombre réduit d'enroulements sur les transformateurs d'entrée et de sortie et des connexions en diagonale. Il indique enfin ce que doivent être les rapports de transformation des transformateurs d'entrée et de sortie du relais pour obtenir la meilleure amplification et signale la possibilité d'utiliser indifféremment un montage à excitation série ou un montage à excitation dérivation avec les mêmes transformateurs.
- 503.937 **Appareil rupteur vibreur pour la production de ruptures**
 électriques de fréquence musicale applicable particuliè-
 rement à la télégraphie sans fil. — M. Charles BEAU-
 douin. — France.
- 503.941 **Perfectionnements dans les amplificateurs. — M. Marius**
 LATOUR. — France.
- 503.942 **Perfectionnements apportés aux installations électriques,**
 telles, notamment, que celles pour télégraphie et télé-
 phonie à haute fréquence, comportant des lampes à trois
 électrodes destinées à engendrer des ondes entretenues
 dans un circuit oscillant. — M. Georges-Armand BEAU-
 vais. — France.

L'éditeur-gérant :

A. DUMAS.

FEB 15 1921

9^{me} ANNÉE.

DÉCEMBRE 1920

N° 4.

ANNALES
DES
POSTES, TÉLÉGRAPHES
ET TÉLÉPHONES

RECUEIL DE DOCUMENTS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS
concernant les Services Techniques et l'Exploitation
des Postes, Télégraphes et Téléphones.

Publié par les soins d'une Commission
nommée par M. le Ministre des Postes et des Télégraphes.

Paraissant tous les trois mois.

IX^e ANNÉE — N° 4, 1920.

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL :

FRANCE ET COLONIES : 16 francs. — ÉTRANGER : 18 francs.

Tous les abonnements partent du 1^{er} Janvier.

PARIS

A. DUMAS, ÉDITEUR

6, RUE DE LA CHAUSÉE-D'ANTIN, PARIS (IX^e)



ÉTABLISSEMENTS INDUSTRIELS DE E. C. & DE **ALEXANDRE GRAMMONT**

Société anonyme au Capital de 14.000.000 francs

à **PONT-DE-CHERUY** (Isère)

ADMINISTRATION : 10, rue d'Uzès, **PARIS**

Usines : à Pont-de-Cheruy, La Plaine Chavanoz, Cremieu (Isère) et Lyon

FILS & CABLES **NUS & ISOLÉS**

CABLES ARMÉS

CABLES

CABLES SOUS-MARINS

TÉLÉPHONIQUES

LAMPE ÉLECTRIQUE " FOTOS "

AGENCES :

PARIS.....	60, rue de Bondy.....	Téléphone ...Nord.	75-51
LYON.....	19-20, quai de Retz.....	—	16-50
TOULOUSE.....	39, rue Bayard.....	—	02-59
MARSEILLE.....	33, rue de la République...	—	31-28
GRENOBLE.....	28, rue du Docteur-Mazet...	—	26-73
ANGERS.....	Place de la Visitation.....	—	03-56
BORDEAUX.....	62, rue du Palais-Galien...	—	39-62
ALGER.....	28, boulevard Carnot.....	—	21-76
LILLE.....	31, rue de Puebla.....	—	930
NANCY.....	22, rue Saint-Lambert.....	—	19-02

LUXEMBOURG — GENÈVE — BRUXELLES

SOCIÉTÉ DES PORCELAINES **ET APPAREILLAGES ÉLECTRIQUES GRAMMONT**

10, Rue d'Uzès, **PARIS**

Usines à Paris, Limoges et Saint-Léonard (Haute-Vienne)

PORCELAINES ÉLECTROTECHNIQUES

MATÉRIEL DE RÉSEAU *Système EURIEULT*

Agences à Paris, Lyon, Toulouse, Marseille, Grenoble, Angers, Bordeaux,
Alger, Luxembourg, Genève, Bruxelles (adresses ci-dessus).

ANNALES

DES

POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES

RECUEIL DE DOCUMENTS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS
concernant les Services Techniques et l'Exploitation
des Postes, Télégraphes et Téléphones.

Publié par les soins d'une Commission
nommée par M. le Ministre des Postes et des Télégraphes.

Paraissant tous les trois mois.

IX^e ANNÉE — N^o 4, 1920.

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL :

FRANCE ET COLONIES : **16** francs. — ÉTRANGER : **18** francs.

Tous les abonnements partent du 1^{er} Janvier.

PARIS

A. DUMAS, ÉDITEUR

6, RUE DE LA CHAUSSEE-D'ANTIN, PARIS (IX^e)

COMMISSION DES ANNALES

DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES

AVIS

Les manuscrits adressés aux *Annales* sont soumis à l'examen d'une Commission dite *Commission des Annales des Postes et Télégraphes*.

Cette Commission se réunit à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, 20, rue Las Cases, Paris, VII^e.

Membres de la Commission :

M. DENNERY, Inspecteur général, Directeur de l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, *Président*.

M. A. BLONDEL, Membre de l'Institut, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées,

Le Directeur du Personnel à l'Administration centrale des Postes et Télégraphes,

M. LORAIN, Directeur de l'Exploitation Téléphonique, Professeur à l'École Supérieure,

M. FERRIÈRE, Directeur des Postes et Télégraphes du département de la Seine, Professeur à l'École Supérieure,

M. MAUREAU, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes, Professeur à l'École Supérieure,

M. AUGIER, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes,

M. PAILLON, Directeur des Postes et Télégraphes,

M. SAUNIER, Chef de bureau à l'Administration Centrale des Postes et Télégraphes, *Membres*.

MM. TAFFIN, Directeur des Postes et Télégraphes, REYNAUD-BONIN, Ingénieur des Postes et Télégraphes, et CAUCHIE, Inspecteur des Postes et Télégraphes, *Secrétaires*.

M. LAVOIGNAT, commis des Postes et Télégraphes, *Secrétaire-adjoint*.

NOTA : La *Commission des Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones* n'est en aucune façon responsable des opinions émises et des théories développées par les auteurs ; elle ne s'immisce pas dans les questions de priorité.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
Mesure de l'efficacité des appareils téléphoniques d'abonnés par une méthode de conversation et de comparaison auditive, par MM. G. VALENSI, Ingénieur des Postes et Télégraphes, et PALHOIS, Contrôleur des Postes et Télégraphes.....	485
Le poste de T. S. F. Lafayette à Croix-d'Hins, par le commandant L. CHAULARD	504
Choix d'une fréquence télégraphique moyenne.....	516
Une organisation rationnelle du service régional d'architecture.	522

..

SERVICE D'ÉTUDES ET DE RECHERCHES TECHNIQUES DE L'ADMINISTRATION DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

Vibrateur d'appel pour bureaux téléphoniques.....	530
Le nouveau système de batterie centrale télégraphique.....	532
Mesures sur un circuit téléphonique en fil bimétallique pupinisé.	540

..

COMITÉ TECHNIQUE DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES.

Économie de combustible par la modification de l'installation des génératrices de vapeur de l'Hôtel des Postes de Paris....	541
Emploi de selfs dans les dispositifs de protection des bureaux télégraphiques.....	542
Mesure périodique de la résistance intérieure totale des batteries de piles	543
Distribution des lignes de conversation aux téléphonistes d'un sectionnement de départ.....	543
Modification au montage du tableau téléphonique extensible mural	546

* * COMPTÉ RENDU DES PÉRIODIQUES

Périodiques en langue française.

Amplification des courants dans la flamme d'un bec Bunsen....	547
---	-----

* * *Périodiques en langues étrangères.*

Le distributeur automatique d'appels du Central téléphonique de Paddington.....	548
Téléphonie et Télégraphie multiples à haute fréquence.....	552
Expériences faites pour l'amélioration du service téléphonique..	560
Le Chef de central téléphonique : ses devoirs.....	571
Câble téléphonique de Prusse Orientale.....	575
Câble téléphonique de Stockholm à Göteborg.....	578
Nouveau transmetteur des images photographiques.....	579

* * INFORMATIONS ET VARIÉTÉS

Concours d'admission à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes : questions écrites (1920).....	582
L'enseignement de l'École Supérieure des Postes et Télégraphes (section des rédacteurs-élèves).....	587
Situation du téléphone en France.....	590
Anticipations, par Lee de Forest.....	591
Développement du trafic radiotélégraphique en Allemagne....	593
Art oratoire et Téléphone.....	593

BIBLIOGRAPHIE	595
BREVETS D'INVENTION.....	596
TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES DE L'ANNÉE 1920.....	598

BIBLIOTHÈQUE DES ANNALES DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES (1)

Pour acquérir les volumes indiqués ci-après, prière de s'adresser directement aux éditeurs mentionnés à la fin de chaque paragraphe.

Construction des lignes télégraphiques et téléphoniques. Cours professé à l'École Supérieure par M. LORAIN, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes (4^e édition. 1916). — 2 vol. Prix : 6 francs le vol.

Comptabilité et droit budgétaire. Cours professé à l'École Supérieure par M. FERRET DU LONGBOIS, Directeur au Ministère des Finances (1912). — 1 vol. Prix : 6 francs.

Installations télégraphiques. Cours professé à l'École Supérieure par M. TONGAS, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes (1918). — 2 vol. Prix : 12 fr. 50 le volume.

Les derniers progrès réalisés en télégraphie, par M. TONGAS (1913). — 1 vol. Prix : 2 francs.

Installations téléphoniques. Cours professé à l'École Supérieure par M. MILON, Ingénieur des Postes et Télégraphes (2^e édition. 1918). — 1 vol. Prix : 12 fr. 50.

Exploitation postale. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. FERRIÈRE, chef de bureau à l'Administration Centrale des Postes et Télégraphes (1913). — 2 vol. Prix : 6 francs le volume.

* *Conférences sur les moteurs thermiques* faites à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. SAUVAGE, Inspecteur général des Mines (1913). — 1 vol. Prix : 2 francs.

Électricité industrielle. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. MAUREAU, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1918). — 1 vol. Prix : 10 fr. 50.

Principes d'électricité. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. DROUET, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1917). — 1 vol. Prix : 3 fr. 75.

Théorie de la pupinisation et applications pratiques. Conférences faites à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, par M. CAHEN, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol. Prix : 1 fr. 50.

(1) Ces ouvrages (sauf ceux marqués d'un astérisque) se trouvent dans les bibliothèques départementales.

Cours élémentaire de Télégraphie sans fil, par M. G. VIARD, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1918). — 1 vol. Prix : 12 francs.

La Technique Télégraphique en France (ouvrage publié à l'occasion de l'Exposition de San-Francisco), par M. MONTORIOL, Inspecteur des Postes et Télégraphes (1916). — 1 vol. in-8° carré. Prix : 3 fr. 50.

La télégraphie, la téléphonie, l'électricité depuis 1878. Extraits du 2000^e numéro de *The Electrician*, traduits par G. HAMEL et E. PICAULT, ingénieurs des Postes et Télégraphes. — 1 vol. Prix : 4 francs.

Instruction sur la construction et l'entretien des lignes aériennes, à l'usage du personnel, 1919 (2^e édition). — 1 vol. in-16 raisin, 314 pages, 83 figures. Prix : 8 francs.

Instruction sur la protection des installations télégraphiques et téléphoniques de l'Etat contre les courants industriels, à l'usage du personnel, 1918. — 1 vol. in-16 jésus à l'italienne, 140 pages. Prix : 3 francs.

Instruction sur les circuits combinés et circuits appropriés à la télégraphie et à la téléphonie simultanées, à l'usage du personnel, 1918. — Une plaquette in-16 jésus à l'italienne, 26 pages. Prix : 1 fr. 75.

Instruction sur les essais et mesures électriques et le relèvement des dérangements de lignes et de postes, à l'usage du personnel, 1918. — 1 vol. in-16 raisin, 130 pages, 22 figures. Prix : 4 francs.

Instruction sur l'installation et l'entretien des postes téléphoniques d'abonnés, à l'usage du personnel, 1918. — 1 vol. in-16 raisin, 62 pages, 23 figures. Prix : 3 fr. 50.

Instruction sur l'installation des bureaux télégraphiques principaux, à l'usage du personnel, 1919, — 1 vol. in-16 raisin, 78 pages, 64 figures. Prix : 6 fr. 50.

Instruction sur l'installation de l'éclairage électrique à l'intérieur des locaux, à l'usage du personnel, 1920. — 1 vol. in-16 raisin, 72 pages, 32 figures. Prix : 4 fr. 50.

EN VENTE A LA LIBRAIRIE DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE, 3, RUE THÉNARD, PARIS, V^e.

* *Cours d'électricité théorique* professé à l'École Supérieure (section des élèves-ingénieurs), par M. POMEY, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1914). — 2 vol. Tome I. Prix : 13 francs.

De la propagation du courant télégraphique et téléphonique (*The propagation of the electric currents*, par J.-A. FLEMING), traduit de l'anglais par M. RAVUT, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 12 francs.

La télégraphie et la téléphonie simultanées et la téléphonie multiple (*Das gleichzeitige Telegraphieren und Fernsprechen und das mehrfache Fernsprechen*, par K. Berger); traduit de l'allemand par M. LE NORMAND, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 4 fr. 50.

Pratique radiotélégraphique (*Radiotelegraphisches Praktikum*, par REIN), traduit de l'allemand par M. VIARD, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 9 francs.

La Téléphonie automatique, par M. MILON, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol.

La Télégraphie en Amérique (*American Telegraph Practice*, par DONALD MC NICOL); traduit de l'anglais par MM. PICAULT et VIARD, Ingénieurs des Postes et Télégraphes (1917). — 1 vol.

EN VENTE CHEZ GAUTHIER-VILLARS, ÉDITEUR, 55, QUAI DES GRANDS AUGUSTINS, PARIS, VI^e.

Traité de Téléphonie (extraits de *Telephony*, par ABBOTT); traduit de l'anglais par M. GILLES, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 4 francs.

Traité de Téléphonie pratique (extraits de *American telephone practice*, par KEMPSTER B. MILLER); traduit de l'anglais (1913). — 1 vol. Prix : 6 francs.

EN VENTE CHEZ ALBIN MICHEL, ÉDITEUR, 22, RUE HUYGHENS, PARIS, XIV^e.

Les câbles télégraphiques et téléphoniques (*Telegraphen und Fernsprechkabel-Anlagen*, par STILLE); traduit de l'allemand par MM. PICAULT, Ingénieur, et MONTORIOL, Sous-chef de section des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol. in-8°. Prix : 25 francs.

EN VENTE CHEZ BÉRANGER, ÉDITEUR, 15, RUE DES SAINTS PÈRES, PARIS, VI^e.

VIENT DE PARAÎTRE :

Instruction sur l'entretien et le réglage des appareils télégraphiques, à l'usage du personnel, 1920. — 1 vol. in-16 raisin, 154 pages, 39 figures.

MESURE DE L'EFFICACITÉ DES APPAREILS TÉLÉPHONIQUES D'ABONNÉS

**par une méthode
de conversation et de comparaison auditive**

Par MM. G. VALENSI
Ingénieur des Postes et Télégraphes
et PALHOLS
Contrôleur des Postes et Télégraphes.

La mesure de l'efficacité des appareils téléphoniques peut se faire d'une façon pratique par comparaison auditive avec des appareils étalons (microphones ou récepteurs) judicieusement choisis. Cette méthode est employée dans presque toutes les administrations ou compagnies téléphoniques à l'étranger, notamment aux Etats-Unis, en Angleterre et en Allemagne. Elle est utilisée maintenant par le Service d'Etudes et de Recherches techniques dans une installation nouvelle du laboratoire de ce service.

Cette méthode de mesure repose sur l'emploi de l'oreille comme moyen d'investigation et présente de grandes analogies avec la photométrie qui permet de mesurer l'intensité d'une source lumineuse par comparaison visuelle avec une autre source prise comme étalon ou préalablement étalonnée.

De même qu'en photométrie l'intensité d'une source se déduit de la connaissance des distances auxquelles il faut placer respectivement la source à mesurer et la source étalon pour réaliser l'égalité d'éclat sur les deux moitiés d'un disque translucide placé entre l'œil de l'observateur et les sources lumineuses, de même l'efficacité d'un appareil téléphonique se mesure en déterminant les longueurs respectives de câble artificiel auxquelles cet appareil et l'appareil étalon doivent être raccordés pour donner à un

observateur écoutant alternativement dans l'un et l'autre appareil, deux auditions d'égale intensité.

Une telle méthode exige donc à l'origine la détermination des appareils étalons de transmission (microphone étalon) et de réception (récepteur étalon) ainsi que le choix d'une ligne artificielle d'affaiblissement connu.

Étalon de transmission et de réception.

Les étalons de transmission et de réception utilisés par le Service d'Etudes et de Recherches techniques de l'Administration des Postes et Télégraphes sont un microphone Solid-back et un récepteur Bell analogues à ceux utilisés en Angleterre dans le poste d'abonné à batterie centrale choisi comme standard par le Post Office Britannique.

C'est un fait digne d'être remarqué que le vieux microphone Solid-back malgré son ancienneté n'a été détrôné jusqu'à ce jour par aucun microphone nouveau et continue aussi bien aux États-Unis qu'en Angleterre à être uniformément utilisé.

C'est d'ailleurs lui que les Services de recherches étrangers ont pris et conservent depuis de nombreuses années comme transmetteur étalon, le récepteur étalon étant le récepteur Bell.

Afin d'unifier les méthodes de mesures et de rendre comparables entre elles les mesures effectuées dans tous les pays, l'Administration des Postes et Télégraphes a adopté ces étalons. D'ailleurs les essais de réception d'appareils téléphoniques ont toujours consisté en France aussi à comparer le microphone à essayer à un microphone solid-back.

Que doit-on entendre par microphone ou récepteur étalons ? Il est utile à ce point de vue de dire un mot des étalons du Post Office Britannique par exemple.

Il existe à la Research Section du Post Office Britannique trois sortes de standards ou étalons : absolus, de référence et de travail. Les standards absolus ou étalons primaires ont été choisis, il y a plusieurs années, après avoir été remesurés et comparés entre eux à de fréquents intervalles, ils peuvent être

considérés comme absolument constants. Ces standards ont servi à étalonner les standards de référence ou étalons secondaires qui servent eux-mêmes à mesurer l'efficacité des standards de travail ou étalons ordinaires utilisés dans les essais journaliers de la Research Section (service de recherches) et de la Test Section (service du contrôle et de la vérification du matériel). Ces standards de travail sont d'ailleurs recomparés fréquemment avec les standards de référence.

Le Service d'Etudes des Postes et Télégraphes a lui aussi fait choix d'étalons primaires d'après lesquels des étalons secondaires ont été à leur tour étalonnés. Ces étalons secondaires sont utilisés dans les essais journaliers effectués au laboratoire du Service d'Etudes.

Les étalons du Service d'Etudes de l'Administration française des Postes et Télégraphes ont été comparés à deux reprises différentes (en novembre 1919 et en juillet 1920) aux étalons du Post Office Britannique.

Les expériences faites à l'étranger et notamment en Angleterre au cours de ces dernières années ont prouvé que ce réétalonnage est une opération absolument nécessaire et que l'efficacité d'un appareil ne peut être considérée comme constante qu'après six mois d'utilisation suffisamment fréquente, l'appareil ayant en quelque sorte atteint après cette période un état de régime. Alors seulement un appareil peut être utilisé comme étalon et servir à des mesures définitives.

Ligne artificielle étalon. — A l'instar des laboratoires américain et anglais et toujours en vue d'unifier les méthodes de mesures, le Service d'Etudes a choisi comme ligne artificielle étalon le « câble standard » dont les constantes pour une boucle de 1 mile (1609 m.) sont à 800 périodes par seconde :

Résistance.....	88 ohms
Capacité.....	0,051 microfarad
Inductance.....	1 millihenry
Perdittance.....	1 microhm
Constante d'affaiblissement	0.106
Impédance caractéristique.	571 ohms 43°

Le mile de câble standard constitue une unité d'affaiblissement employée universellement chez nos alliés, de même que l'ohm international est une unité universelle de résistance. De même qu'on construit des boîtes de résistances, on établit des boîtes de câble standard qui permettent de réaliser une longueur de câble standard variable de 1 à 30 miles par exemple.

Les boîtes utilisées par le Service d'Études permettent d'établir artificiellement un circuit variant de 1 à 48 miles; les sections qui composent les boîtes sont respectivement de 1, 2, 4, 8, ou 16 miles.

Un mile de câble standard a même affaiblissement que les longueurs suivantes des différents types de lignes aériennes (armement Lorain en diagonale à 0 m. 40):

14 k. 850	de fil de cuivre de 2 mm.		
21 k. 200	—	—	2 mm. 5
28 k. 420	—	—	3 mm.
36 k. 420	—	—	3 mm. 5
44 k. 910	—	—	4 mm.
54 k.	—	—	4 mm. 5
63 k. 100	—	—	5 mm.

Le microphone étalon, le récepteur étalon et la ligne artificielle étalon étant déterminés, il reste à définir les conditions de conversation dans lesquelles l'efficacité des appareils téléphoniques doit être mesurée. Ces conditions doivent, évidemment, correspondre aux conditions d'une conversation normale dans une bonne exploitation commerciale. Toujours en vue d'unifier les mesures, le Service d'Études a adopté comme communication-type ce que l'on appelle en Angleterre le « standard circuit » ou circuit standard. Rappelons que c'est une communication entre deux appareils étalons absolus du type Western Electric (avec microphone solid-back et récepteur Bell) reliés ensemble au moyen de résistances de 300 ohms qui figurent les lignes d'abonnés, de relais de supervision et translateurs téléphoniques (ou bobines toroïdales) représentant les organes de bureau, et enfin d'une ligne artificielle constituée par 30 miles de câble

standard, représentant le circuit téléphonique interurbain. Cette communication-type correspond donc à une communication entre deux abonnés à batterie centrale intégrale à travers un affaiblissement de trois unités environ.

Avant de décrire en détails la nouvelle installation de mesures d'appareils téléphoniques du Service d'Études soulignons d'un mot l'utilité de ces mesures.

Elles permettent de constater que certains types d'appareils sont uniformément moins efficaces que les appareils étalons absolus, l'appareil étalon donnant parfois à travers 38 et 39 miles de câble standard une audition aussi bonne que l'appareil à essayer à travers 30 miles.

La différence de 9 miles entre les deux appareils correspond au point de vue de l'affaiblissement à une longueur de $9 \times 63 \text{ k. } 100 = 567 \text{ k. } 900$ de circuit en fil de 5 mm., soit à peu près le circuit Paris-Bordeaux. Si donc nous prenons deux abonnés de Paris causant alternativement à un abonné de Lille par le même circuit mais utilisant l'un l'appareil à microphone Solid-Back étalon absolu et l'autre un appareil pire de 9 miles de câble standard, tout se passera comme si le premier parlait à Lille à partir de Paris, tandis que le second parle à Lille à partir de Bordeaux.

Description de l'installation (schéma général). — L'installation du Laboratoire du Service d'Études comporte : une cabine pour l'opérateur qui parle, une cabine pour l'opérateur qui écoute, une table pour le câble réglable.

La cabine de l'opérateur qui parle comporte (fig. 1 et 2) deux positions de microphone, un poste d'abonné étalonné (comprenant une sonnerie, un condensateur, une bobine d'induction), une résistance de 300 ohms représentant (1) une ligne normale d'abonné et les organes de bureau en batterie centrale intégrale (2). Un

(1) Cette résistance a aussi pour but d'éviter une détérioration du transmetteur par un courant excessif.

(2) Ces organes de bureaux comprennent une bobine toroïdale (translateur téléphonique Western Electric Co) et un relais de supervision.

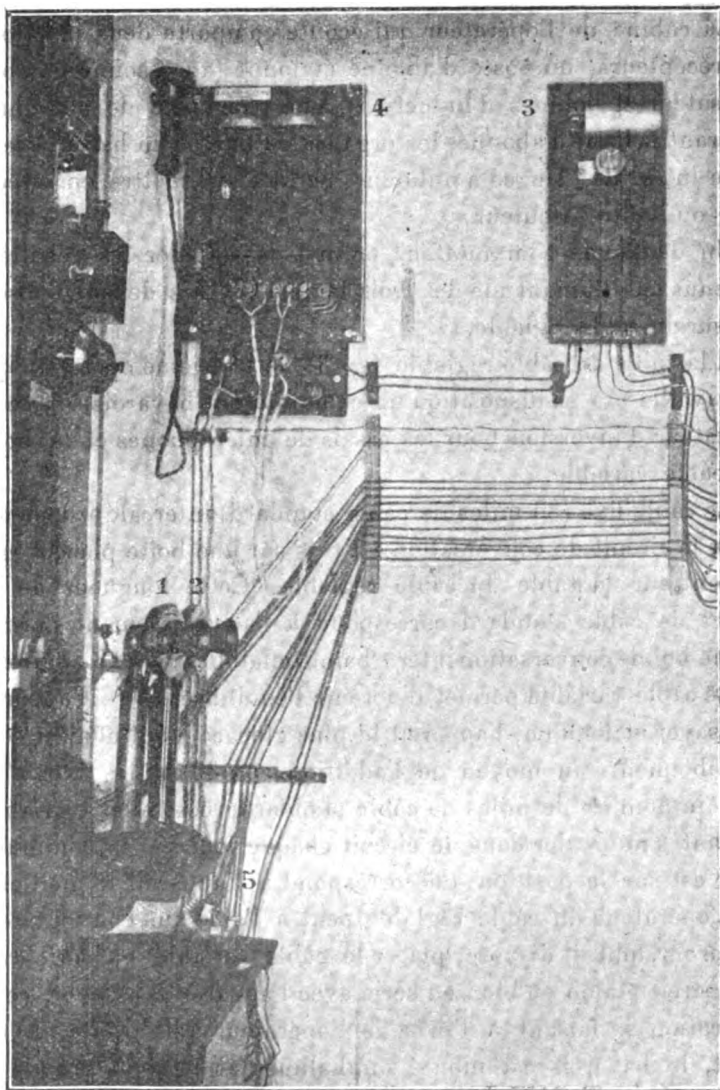


Fig. 2. — Cabine de l'opérateur qui parle.

1. et 2. Microphones à comparer. — 3. Organes de bureau. — 4. Organes du poste d'abonné. — 5. Commutateur pour essais de transmetteurs.

commutateur permet de mettre alternativement les microphones en circuit.

La cabine de l'opérateur qui écoute comporte deux positions de récepteurs, un poste d'abonné étaloné (avec sonnerie, condensateur et bobines d'induction), une résistance de 300 ohms figurant la ligne d'abonné, les organes de bureau en batterie centrale intégrale. Un commutateur permet de mettre en circuit l'un ou l'autre écouteur.

Un deuxième commutateur permet de signaler les résultats obtenus en allumant une des trois lampes placées devant l'observateur du câble réglable.

A la table du câble réglable (fig. 3), le troisième opérateur qui y travaille a à sa disposition un commutateur bavarois, un commutateur d'inversion pour les essais de microphones et la boîte de câble variable.

Le câble fixe (30 miles de câble standard) intercalé à demeure dans le circuit de conversation est pris sur une boîte placée également sur la table du câble réglable. Cette longueur de 30 miles de câble standard correspond à l'affaiblissement normal d'une bonne conversation interurbaine (affaiblissement 3 environ).

Le câble variable permet d'obtenir l'équilibre entre l'appareil à essayer et l'étalon, l'appareil le plus efficace étant affaibli convenablement au moyen de l'addition aux 30 miles fixes d'un certain nombre de miles de câble standard, ces miles variables venant s'intercaler dans le circuit chaque fois que le commutateur est sur la position qui correspond à l'appareil le meilleur.

L'opérateur du câble réglable peut à l'aide du commutateur bavarois dont il dispose, placer le câble variable en série avec l'appareil étalon ou bien en série avec l'appareil à essayer, cette opération se faisant à l'insu de l'opérateur qui écoute. A cet effet, le bavarois est monté sur l'alimentation d'un groupe de huit relais servant à la commutation du câble variable. Ces relais sont à contacts de platine et commutent chacun sur un seul fil, ils sont commandés par le commutateur de l'opérateur qui parle (dans le cas des essais de microphones) ou par le commutateur de l'opérateur qui écoute (dans le cas des essais de

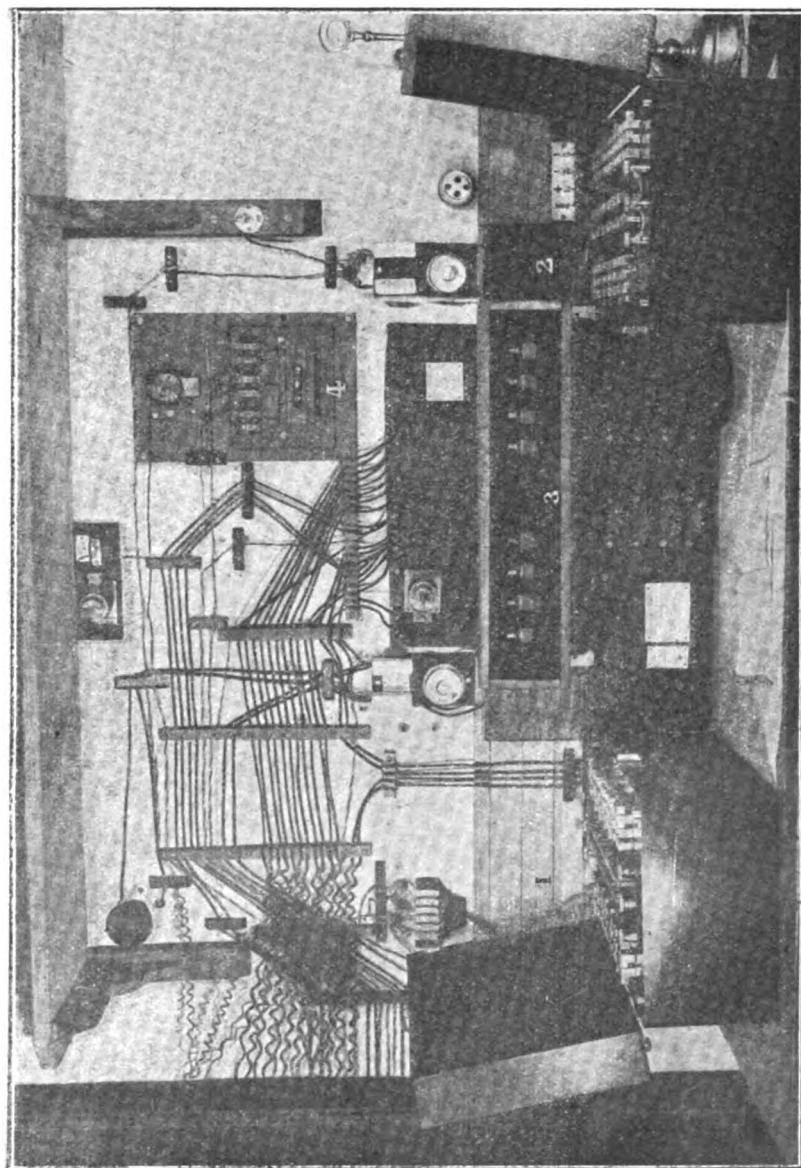


Fig. 3. — Table du câble réglable.

1. Câble artificiel fixe. — 2. Câble artificiel réglable. — 3. Relais de commutation à un seul contact. — 4. Lampes de signalisation : meilleur, pire, égalité.

récepteurs) ; quatre de ces relais mettent en circuit le câble variable (relais de mise en circuit), les quatre autres établissent une liaison métallique directe (relais de rupture).

Le commutateur d'inversion des microphones assure une garantie supplémentaire d'impartialité, cette inversion pouvant se faire aussi à la table du câble réglage à l'insu de l'opérateur qui écoute. Quand l'inversion des appareils a lieu, une lampe « Inverse » prévient l'opérateur qui parle.

Le panneau de signalisation de la table du câble réglable comporte trois lampes M (meilleure), P (pire), = (égalité) que l'opérateur qui écoute allume à distance pour signaler que l'appareil à essayer est meilleur que l'étalon ou pire, ou qu'il y a égalité entre les deux appareils.

MODE OPÉRATOIRE. ESSAIS DE MICROPHONES

Pour connaître la valeur d'un microphone on le compare à un transmetteur préalablement étalonné et dont l'efficacité en miles de câble standard est connue par rapport à celle de l'étalon absolu (fig. 4).

Le premier opérateur parle dans l'appareil 1, appareil à essayer, manœuvre son commutateur et parle ensuite dans l'appareil 2, microphone étalon. La manœuvre du commutateur a en plus pour effet d'actionner les relais, substituant ainsi le câble variable à la liaison métallique directe ou inversement, en même temps la lampe « 1 parle » qui était allumée devant l'opérateur qui écoute s'est éteinte et la lampe « 2 parle » s'est allumée. En outre, pendant la commutation, le récepteur de l'opérateur qui écoute est court-circuité par le dispositif d'« anti-clic » du commutateur (fig. 5), le passage d'une position à l'autre ayant lieu ainsi sans bruit de décharge provenant de la batterie d'alimentation, l'écoute rendue de ce fait moins pénible peut se faire d'une façon plus attentive et les résultats obtenus sont plus exacts.

Devant chaque appareil, l'opérateur qui parle prononce trois des six mots suivants « Paris, Bordeaux, Le Mans, Saint-Leu, Léon, Loudun » ; cette phrase groupe douze sons différents qui

sont les plus usuels des quinze sons principaux que comporte le français. Ces mots doivent être prononcés avec la même intonation de voix et la position prise devant chacun des appareils doit

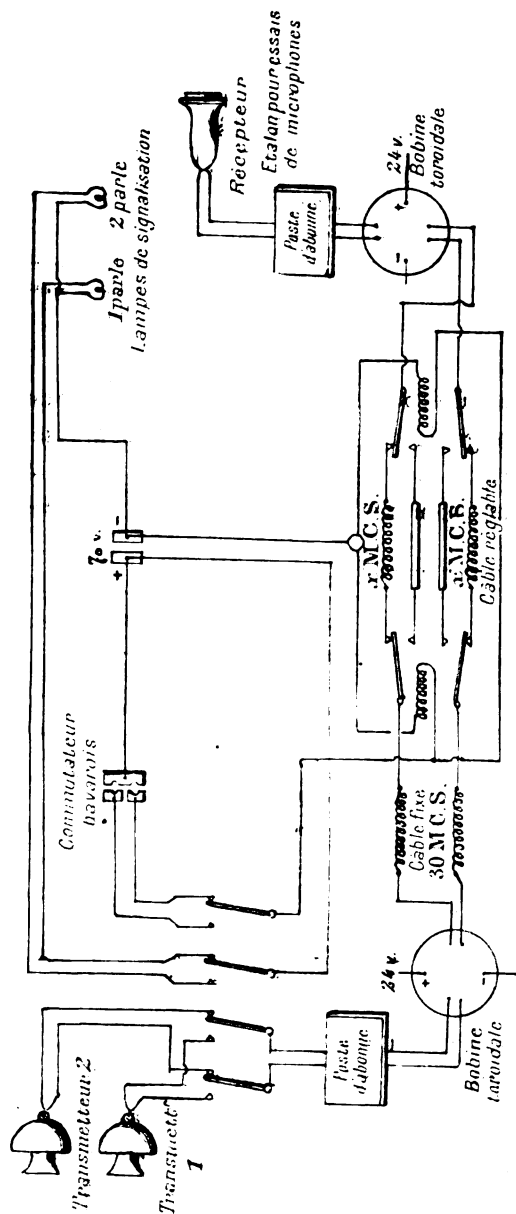


Fig. 4. — Essais de microphones.

toujours être la même de façon que l'essai soit fait dans des conditions absolument identiques pour les deux appareils, l'opérateur qui parle prenant devant chacun d'eux la position que l'on doit prendre dans une conversation normale.

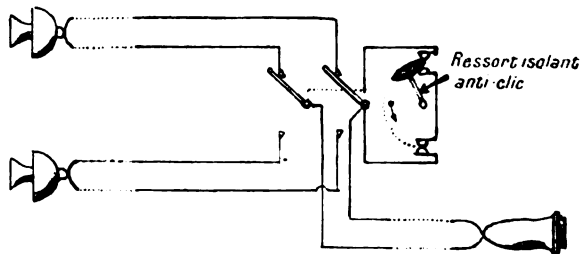


Fig. 5. — Dispositif anti-clic.

L'opérateur qui écoute apprécie la valeur relative des deux transmetteurs et signale le résultat de son écoute sous la forme « 1 meilleur que 2 » ou « 1 pire que 2 » ou « égalité ». Il dispose pour cela d'un commutateur de signalisation (fig. 6). Chaque

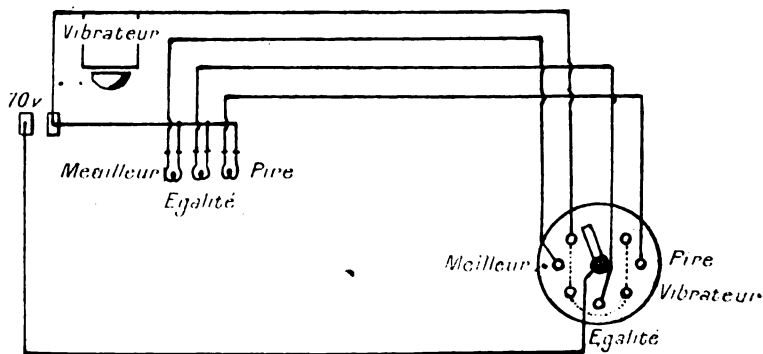


Fig. 6. — Commutateur de signalisation manœuvré par l'opérateur qui écoute.

fois que ce commutateur est manœuvré, il passe sur un plot actionnant un vibreur pour prévenir l'opérateur du câble réglable et allumant une lampe « stop » pour faire s'arrêter l'opérateur qui parle. Ce commutateur passe ensuite sur l'un des plots P (pire) ou M (meilleur) ou = (égalité).

A ce moment l'opérateur qui règle prend note du résultat signalé, augmente ou diminue selon le cas le nombre de miles pris sur la boîte du câble variable et prévient le premier opérateur qui recommence à parler jusqu'à la signalisation suivante.

Les essais sont continués ainsi jusqu'à ce que l'opérateur du câble réglable ait obtenu des chiffres qui encadrent l'équilibre sonore ; la valeur de l'appareil à essayer en fonction de celle de l'étalon utilisé s'en déduit en interpolant comme le montre le tableau ci-dessous.

Chacun des trois opérateurs A, B, C, fait deux écoutes complètes pour chaque appareil : A parlant d'abord à B et C, puis B à A et C et enfin C à A et B. On prend la moyenne entre les six chiffres obtenus ; de cette moyenne, on défalque la constante de l'étalon utilisé ce qui donne en miles de câble standard la valeur de l'appareil à essayer par rapport à l'étalon absolu.

Exemple : Etalonnage de l'Etalon secondaire n° 10 par comparaison avec l'Etalon primaire n° 69 (1.8 P).

Opérateurs : M, D et V.

MD	+ 4 P	VD	0 M	DV	+ 1 M	MV	- 6 M	VM	+ 8 P	DM	0 M	Moyenne 2.4 M Const ^e étalon.. 1.8 P Effacité de l'appareil à essayer..... 0,6 M
	0 M		+ 5 P		+ 8 P		+ 6 P		- 8 M		+ 6 P	
	+ 2 M		+ 3 P		+ 6 P		0 M		0 M		+ 2 M	
→	+ 3 P	→	- 1 M	→	+ 4 M		+ 2 M	→	+ 6 P	→	+ 4 P	
	+ 1 M		+ 2 P		+ 5 P		+ 5 P		+ 1 P		+ 1 M	
	+ 2 M		+ 1 M		+ 3 M		+ 4 P		- 1 M		+ 3 P	
					+ 4 M		+ 3 =		+ 2 P			
	[+ 2.5]		[+ 1.5]		[+ 4.5]		[+ 3]		[+ 0.5]		[+ 2.5]	

Le résultat doit être interprété de la façon suivante. L'appareil à essayer est 0,6 miles meilleur que l'étalon absolu, cela signifie que l'audition de cet appareil sur un circuit de 30,6 miles de câble standard est identique à l'audition de l'étalon sur un circuit de 30 miles, autrement dit que l'appareil à essayer peut vaincre un affaiblissement plus grand que l'appareil étalon de $0,6 \times 0,106 = 0,0636$.

ESSAIS DE RÉCEPTEURS

Pour procéder à des essais de récepteurs le premier opérateur parle toujours dans le même microphone qui est un étalon, le deuxième opérateur écoute alternativement dans le récepteur étalon et dans le récepteur à essayer (fig. 7). A la main ou par l'intermédiaire d'une pédale, il manœuvre son commutateur qui, actionnant les relais, met en circuit avec l'un ou l'autre des appareils, une liaison métallique directe, ou le câble variable. Les résultats sont interprétés de la même façon que dans les essais de microphones.

ESSAIS D'ARTICULATION OU DE NETTETÉ

Ces essais de microphones et de récepteurs permettent de déterminer l'efficacité (relativement aux étalons) de ces appareils, au point de vue du volume ou de l'intensité des sons émis ou perçus. Ces essais d'efficacité doivent être complétés par des essais d'articulation ou de netteté qui se font de la manière suivante. Des listes de mots prêtant à confusion ont été dressées en grand nombre. On prend au hasard une de ces listes et (s'il s'agit de déterminer la netteté d'un microphone par exemple) on dicte cette liste dans ce microphone à un opérateur qui écoute dans un récepteur étalon à travers 30 miles de câble standard (affaiblissement 3 qui correspond à une bonne communication interurbaine ordinaire). On compare la liste écrite par cet opérateur qui écoute à la liste dictée : le pourcentage des mots correctement reçus donne une mesure de la netteté du microphone essayé. La netteté relative de ce microphone par rapport au microphone étalon s'obtiendrait en faisant le rapport de deux pourcentages obtenus avec la même liste dans deux essais de ce genre effectués l'un avec le microphone *x*, l'autre avec le microphone étalon.

La netteté des récepteurs se détermine d'une manière analogue.

Voici à titre d'indication une des listes de mots utilisés par le Service d'Études : moite — ne — Dôle — bu — sable — claie

— toge — gueux — vian — pont — Fives — banne — coûte —
 quai — sain — veuille — Jomintre — Calbualan — Fogreuilla —
 u — ô — in.

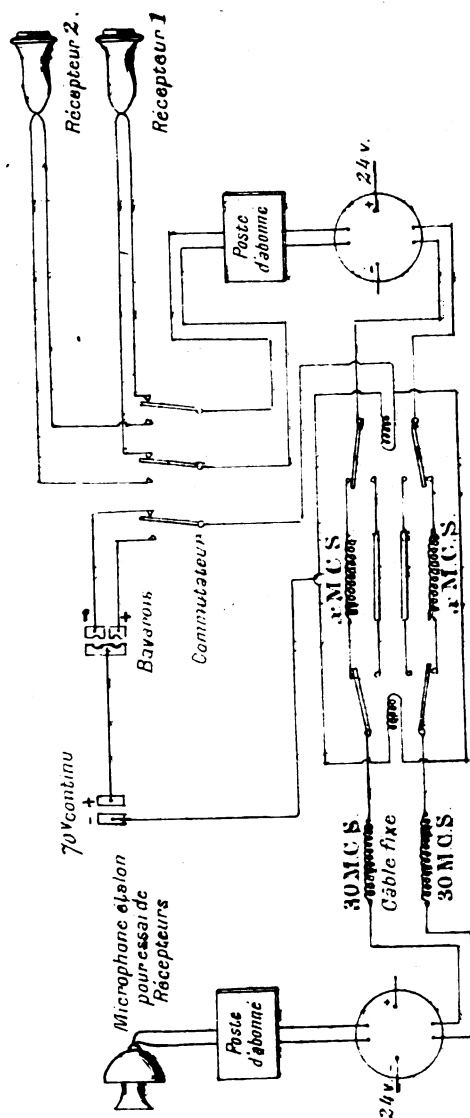


Fig. 7. — Essais de récepteurs.

ESSAIS DE POSTES D'ABONNÉS COMPLETS

L'installation décrite ci-dessus permet également soit de comparer des postes complets entre eux et à un poste étalon soit de mesurer l'équivalent de transmission d'un organe quelconque : condensateur, bobine d'induction, sonnerie, relais, paire de cordons, translateur, etc.

MODIFICATIONS A APPORTER A L'INSTALLATION

L'installation actuelle permet de faire tous les essais possibles, mais dans le cas d'un essai de postes complets, elle exige qu'on transporte le poste à essayer successivement dans la cabine de l'opérateur qui parle et dans la cabine de l'opérateur qui écoute afin de procéder à l'essai à la réception après l'essai à la transmission. Pour remédier à cet inconvénient, il convient de réaliser une installation réversible qui permet de causer et d'écouter dans chacune des deux cabines. Le Service d'Études compte établir très prochainement une installation réversible, qui comportera en outre un certain nombre d'améliorations dont la nécessité est démontrée par l'expérience de plusieurs mois d'essais.

En premier lieu des relais à un seul contact, reliés à des bornes facilement accessibles et groupés sur un même panneau, permettront d'établir les connexions nécessaires aux mesures de comparaison de tous genres que l'on peut être amené à effectuer : essais de microphones, de récepteurs, de postes complets, de mesures d'équivalents de transmission, etc.

La commutation électrique présente notamment à la réception l'avantage d'éviter à l'opérateur la préoccupation résultant de la manœuvre d'une pédale trop dure ou d'un commutateur bruyant, ce qui immobilise l'une des mains de l'observateur pendant toute la durée de l'écoute. La commutation électrique se réalisera facilement à l'aide d'un contact commandant l'alimentation de trois relais.

Dans le cas où il deviendrait nécessaire de réceptionner un

grand nombre d'appareils (ce qui est par exemple le cas du Service de la Vérification du Matériel), il faudrait prévoir une méthode de travail plus rapide, consistant par exemple à mettre le câble variable à la disposition de l'opérateur qui écoute. Cet observateur chercherait l'équilibre comme on cherche le zéro au pont de Wheatstone. On pourrait s'assurer toute garantie d'impartialité en laissant à l'opérateur du câble réglable la faculté d'inverser soit l'étalon et l'appareil à essayer soit simplement les deux lampes de la table d'écoute.

RÉSULTATS GÉNÉRAUX DES MESURES
EFFECTUÉES PAR LE SERVICE D'ÉTUDES

Les premiers essais du Service d'Études ont porté sur des microphones solid-back et des écouteurs Bell destinés à fournir des étalons secondaires, les résultats ont été satisfaisants ; la moyenne des efficacités des 12 appareils choisis comme étalons secondaires est de 1 mile pire que l'efficacité de l'étalon absolu pour les transmetteurs et 0,08 P pour les récepteurs. Les essais de transmetteurs, qui sont les plus importants, étaient facilités par le fait que les appareils à essayer et l'étalon primaire étaient du même type (modèle solid-back) et pouvaient par suite être placés absolument dans les mêmes conditions. Pour parler devant ces appareils maintenus verticalement sur leur pied, il convient en effet de toucher le haut du pavillon avec la lèvre supérieure, les observateurs parlant alternativement devant l'étalon et devant l'appareil à essayer n'éprouvent aucune difficulté pour prendre chaque fois cette position qui est la position normale de conversation pour ces appareils, aussi les différences entre observateurs sont-elles minimales.

Il n'en est plus de même quand on fait des essais de microphones sur des appareils combinés analogues à ceux qui sont utilisés en France. On constate de grands écarts entre les résultats obtenus, bien que le combiné soit tenu dans la position normale de conversation par chaque observateur (écouteur à l'oreille, embouchure du microphone bien en face de la bouche). Tandis

que devant le solid-back étalon tous les opérateurs parlent à la même distance de la plaque microphonique puisqu'ils touchent avec la lèvre supérieure le haut du pavillon, il n'en est plus de même quand ils parlent devant le micro d'un combiné. Selon la conformation de son visage chaque opérateur prenant la position normale de conservation parle en effet plus ou moins loin de l'embouchure et tel appareil qui donnait 2 miles Pire avec un observateur parlant à 2 cm. de l'embouchure a donné 6 miles Pire avec un deuxième observateur dont la bouche en position normale de conversation était non plus à 2 mais à 3 cm. de l'appareil (fig. 8).

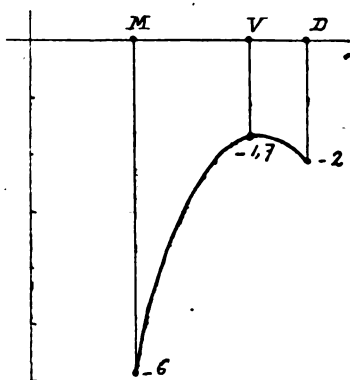


Fig. 8. — Étalonnage d'un micro-combiné à capsule par comparaison avec l'Étalon n° 10. — V parle à 20 m/m. — D parle à 21 m/m. — M parle à 29 m/m.

Si à l'aide d'un dispositif spécial on oblige trois opérateurs différents à parler à la même distance du micro-combiné à capsule à étalonner, on ne constate plus d'aussi grands écarts entre les résultats, à condition de garder toujours la même capsule; mais cette position donnée au combiné ne peut évidemment pas constituer une position d'utilisation (fig. 9).

Les appareils combinés à capsules utilisés en France présentent non seulement les inconvénients d'être plus ou moins efficaces suivant les opérateurs (à cause 1° de la hauteur de la voix et 2° de la conformation du visage), mais encore leur efficacité est variable avec les capsules qu'ils utilisent. Les essais faits avec

un même opérateur, un même appareil mais des capsules différentes (toutes d'ailleurs du type administratif) ont donné des différences d'efficacité de deux à quatre miles. Il en a été de même pour des essais effectués avec une même capsule qui avait subi des traitements différents : pose, dépose, transport, manutention, etc.

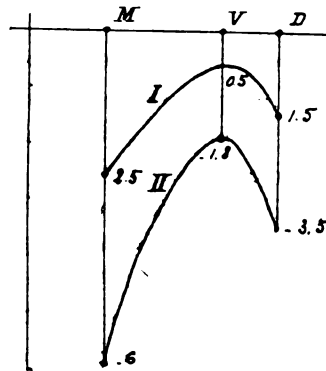


Fig. 9. — Mesures d'efficacité d'un micro-combiné à capsule effectuées en utilisant toujours le même étalon solid-back et la même capsule dans le micro-combiné. Les trois opérateurs M, V et D parlent, grâce à un dispositif spécial, à une distance du microphone de : 1° 21 ^m/_m (Courbe I); 2° 29 ^m/_m (Courbe II).

Ces essais préliminaires ne sont guère en faveur des appareils combinés à capsules, qui, à leurs avantages au point de vue de l'entretien et au point de vue de l'hygiène, opposent l'inconvénient d'avoir une efficacité variable pour trois raisons différentes : 1° variation suivant la distance entre la bouche de l'abonné et le microphone; 2° variation suivant les capsules utilisées et même suivant les traitements subis par la même capsule; 3° variation suivant le timbre et la hauteur moyenne de la voix de l'abonné, pour certains appareils tout au moins.

Le poste de T. S. F. Lafayette à Croix-d'Hins

Par le Commandant L. CHAULARD.

On sait que le poste de T. S. F. de Croix-d'Hins — la station Lafayette ainsi que les Américains l'ont appelé — fut construit à la demande du général Pershing, dans le but d'assurer des communications ininterrompues entre les forces américaines engagées en France et les États-Unis. On sait moins quelles circonstances ont déterminé le choix du projet adopté et comment ont été réglés les termes de la coopération de la France et de l'Amérique. Les grands pylônes élancés et robustes, les arcs puissants attestent l'œuvre américaine, la part française est moins apparente. Elle n'en est pas moins importante. C'est ce que fera ressortir ce bref historique.

Dès que le Gouvernement français, au début de 1917, sentit venir à lui l'aide de l'Amérique, il s'inquiéta d'établir entre les deux pays des communications radiotélégraphiques. C'était la période la plus aiguë de la guerre sous-marine, les câbles étaient à la merci des sous-marins et il importait d'être fixé sur l'aide éventuelle qu'on pouvait attendre de la télégraphie sans fil. Jusque là nous nous étions peu préoccupés en France de franchir l'Atlantique ; l'Allemagne nous avait devancés très notablement, elle avait résolu le problème dès 1914 et depuis cette époque jusqu'en 1917 les communications Nauen-Sayville, Eilvese-Tuckerton furent des plus actives.

Il fut reconnu dès les premiers essais entrepris en France que parmi nos stations, celle de Lyon était la plus apte à assurer la nouvelle liaison. Elle était entendue en général d'une façon satisfaisante et aussi fortement que le poste de Nauen. Cependant il fut bientôt constaté que pendant la saison d'été, sous les parasites, la réception des postes européens, tant allemands que

français, laissait fort à désirer. Cette réception fut l'objet d'une étude attentive et des radiotélégraphistes français se rendirent en Amérique:

De tous les renseignements qui furent recueillis, il devint évident qu'en cas de rupture des câbles, le poste de Lyon, même aidé par le poste de Nantes que venait de construire la marine ne pouvait écouler l'énorme trafic qui alors s'abattait sur lui.

A cette situation deux remèdes furent envisagés en septembre 1917 par le général Ferrie. L'un était l'amélioration des moyens existants: augmentation de l'énergie et surélévation des pylônes de Lyon. Sans doute, ce n'était pas là la solution parfaite, mais, ce qui est capital à la guerre, ses effets devaient se faire sentir dans un bref délai. Elle fut donc adoptée, donna les résultats escomptés et fut d'un grand secours pendant la durée des hostilités.

L'autre consistait en la création d'une nouvelle station capable d'assurer la communication à toute heure de la journée et en toute saison. Pour atteindre ce résultat il fallait, estima-t-on, dépasser de beaucoup tout ce qui avait été réalisé jusqu'alors: employer un courant de 500 Amp. dans une antenne soutenue par des pylônes de 250 mètres. Conception qui pouvait sembler hardie, exagérée, mais que les expériences faites récemment ont montré parfaitement juste.

C'est également cette dernière solution qu'adoptait officiellement, en octobre 1917, le général Pershing. Il en demanda la réalisation rapide.

Quelques conférences entre Français et Américains réglèrent les détails du projet de la nouvelle station et les conditions de l'exécution.

La radiotélégraphie militaire, déjà riche d'expériences, put faire prévaloir ses vues. Elle envisageait une antenne en nappe, coudée, soutenue par des pylônes de 250 m. et d'une capacité de 0.050 mfd. Elle admettait, comme on l'a vu, que le courant parcourant cette antenne devait atteindre 500 ampères et elle garantissait que l'ensemble des pertes, y compris celles de rayonnement, ne correspondrait pas à une résistance supérieure à 1Ω5, (un ohm cinq). Les caractéristiques de la station étaient ainsi entièrement fixées par les Français.

L'industrie américaine moins absorbée que la nôtre pouvait livrer dans un court délai des pylônes de 250 mètres. D'autre part chez nos alliés, la construction de gros arcs de 500 Kws était au point, et des arcs de 1000 Kws pouvaient être réalisés rapidement, beaucoup plus vite que les alternateurs français à haute fréquence auxquels on avait également songé.

Il fut donc convenu que la marine américaine, qui de tout temps s'est distinguée pour sa compétence en T.S.F., fournirait, transporterait et installerait les pylônes, les arcs ainsi que les machines électriques destinées à leur mise en œuvre. Aux Français incombèrent tous les travaux de construction : bâtiments techniques et autres, et fondations des pylônes, le projet d'antenne et l'aménagement de la prise de terre.

L'armistice survint bien avant la fin des travaux. Sauf quelques parties des pylônes, le matériel américain n'était pas encore mis en place, il était donc disponible. L'intérêt militaire immédiat ayant disparu, l'Amérique n'était plus liée ; elle offrit soit de céder, soit de reprendre son matériel.

Allait-on abandonner l'œuvre commencée à laquelle la France avait déjà sacrifié des sommes importantes ? Ce ne fut pas l'avis des commissions interministérielles qui eurent à se prononcer. L'achèvement de la station devait donner à la France, si mal partagée pour les câbles, un instrument commercial de premier ordre pour ses relations avec l'Amérique et avec les Colonies. Il fut donc décidé qu'on poursuivrait le travail.

La station devait être rattachée à l'administration des P.T.T., mais il parut logique et plus sûr, pour mener l'œuvre à bien, de la laisser achever par les ouvriers de la première heure : le Département de la guerre d'un côté, la Marine américaine de l'autre. Une convention signée le 11 février 1919 fixa les conditions du nouvel accord franco-américain.

EXÉCUTION DES TRAVAUX

Pour des raisons militaires (poste non exposé aux attaques ennemies, proximité d'une base américaine), techniques (voisinage

de la mer, sol bon conducteur, terrain plat) et pratiques (facilité d'achat du terrain, proximité d'une gare, voisinage d'une grande ville) l'emplacement de la nouvelle station avait été choisi à mi-chemin entre Bordeaux et Arcachon, près de la gare de Croix-d'Hins, aux confins de la région landaise, sur son sable imprégné d'eau et parsemé de pins.

Le plan primitif des travaux confiés aux services français était des plus vastes. Il comprenait non seulement la construction de bâtiments techniques : station proprement dite, poste de transformation, ateliers et magasins, et la pose d'une ligne de transport d'énergie, mais on se proposait de plus d'édifier dans cette lande déserte une véritable cité pour loger tout le personnel. A la demande de l'Administration des P.T.T. cette dernière partie du travail, commencée à peine lors de l'armistice, n'a pas été poursuivie.

Pour les questions délicates concernant ces travaux les spécialistes les plus autorisés furent appelés à donner leur avis. Ainsi l'une des plus importantes, en raison de la nature du sol, concernait les fondations des pylônes. Elle fut confiée à un ingénieur éminent qui, grâce à l'emploi du béton armé et de plaques de répartition des efforts fondées sur pieux, fit construire des socles remarquables par leur légèreté et leur élégance en même temps que par les garanties de sécurité qu'ils présentent. Le service local du génie dirigea tous les travaux de construction. Au moment de l'armistice les fondations des pylônes et celles de tous les bâtiments techniques étaient terminés.

Les Américains de leur côté avaient procédé avec leur ardeur coutumière. A cette même date de l'armistice, la majeure partie du matériel était à pied d'œuvre, trois pylônes étaient commencés.

Ils avaient organisé un vaste chantier avec toute l'ampleur de vues qui caractérise leurs entreprises. Leur personnel qui se monta à 750 hommes était installé dans des baraquements pourvus de tout le confort possible. L'hygiène du camp ainsi constituée, l'installation sanitaire, le fonctionnement de la cuisine et l'organisation des repas, constituent des modèles du genre, et il y a là pour nous une leçon bonne à méditer.

La nouvelle convention conclue après l'armistice amena un changement dans la composition des équipes. Les militaires qui les constituaient furent démobilisés, ils retournèrent pour la plupart en Amérique et furent remplacés par des ouvriers civils. Il en résulta un arrêt dans les travaux qui ne furent repris qu'en mars 1919 mais à partir de cette date ils furent poussés avec activité. Les pylônes étaient terminés en novembre 1919 — les deux derniers avaient été montés en trois mois — et les machines pouvaient tourner en avril 1920.

L'antenne fut montée par panneaux successifs, et l'arc fut essayé sur chacune des trois antennes successivement réalisées. Ces dispositions permirent de faire des études intéressantes sur les variations de longueur d'onde, de capacité et de résistance.

En août 1920 la station complètement terminée était prête à faire des essais.

DESCRIPTION TECHNIQUE

Nous allons donner sommairement maintenant une description technique du poste.

Déjà, en France, avec le poste de Lyon qui dispose de 1.000 chevaux, la télégraphie sans fil était entrée dans une phase industrielle. Avec Croix-d'Hins on fit un véritable bond en avant. La sous-station d'énergie du poste alimenté par du courant tri-phase à 50.000 volts, comprend en effet deux transformateurs de 2.500 K.V.A. qui en cas de besoin pourraient être montés en parallèle. Disons de suite, qu'en service normal, la station n'absorbe guère plus de 1.000 Kws. Ses besoins sont donc largement satisfaits et l'on peut envisager sans crainte une augmentation de puissance, par exemple par couplage d'alternateurs à H.F. Puisse-t-on cependant marcher plutôt dans la voie du perfectionnement des modes d'émission et de réception que dans celle de l'accroissement démesuré de la puissance mise en jeu !

La sous-station d'énergie est à environ 500 mètres de la station radiotélégraphique. Celle-ci possède cinq belles et vastes

salles de machines séparées des bureaux par un large couloir. L'une des salles renferme les groupes convertisseurs de courant alternatif en courant continu, une autre contient les arcs. L'installation comprend un double jeu de machines et d'appareils, mesure indispensable tant pour permettre une marche continue de jour et de nuit que pour parer aux incidents de fonctionnement. Notons en passant, que lors des transports sur mer, pour diminuer les risques que faisaient courir les sous-marins, deux machines identiques étaient toujours portées par des bateaux différents.

Les groupes convertisseurs se composent d'un moteur synchrone fonctionnant sous 2.200 voltes et d'une dynamo d'alimentation de l'arc fournissant normalement un courant de 800 ampères sous 1.250 volts.

Les arcs de la Federal Company constituent les organes intéressants de l'installation. On connaît le principe de l'arc Poulsen. Intercalé dans un circuit oscillant — qui peut être une simple antenne — cet appareil placé dans des conditions convenables d'alimentation et de milieu: atmosphère hydrogénée et champ magnétique approprié engendre des oscillations électriques. La nécessité de recourir, pour des fréquences élevées, à une atmosphère hydrogénée est connue depuis longtemps. L'influence du champ magnétique était aussi considérée comme un fait incontestable, mais le mode d'action de ce champ est resté longtemps obscur. Les travaux de Pedersen, parus pendant la guerre, ont jeté sur cette question un peu de lumière: pour avoir un arc fonctionnant bien, il faut régler le champ magnétique avec précision. Ces conditions essentielles étant convenablement observées, la réalisation d'un arc d'une puissance quelconque n'est qu'une affaire de dimensionnement des pièces. Il n'est pas inutile d'affirmer ce fait, qui a été contesté tout récemment encore, en particulier en Allemagne. Les faits sont là à l'appui de notre affirmation.

Déjà, l'arc de Lyon permettait de livrer à l'antenne plus de 180 Kws; celui de Croix-d'Hins en fournit 500. La comparaison des deux arcs fera du reste mieux ressortir les particularités.

de l'appareil américain. Le premier pèse au total environ 7 T., son circuit magnétique 4 T. Le second pèse près de 80 tonnes, dont 70 représentent la part d'un circuit magnétique. Le simple rapprochement de ces chiffres montre avec quelle ampleur l'arc américain est construit. La même impression se dégage immédiatement de son aspect.

En dehors des qualités de robustesse réellement remarquables qui caractérisent l'arc de la Federal, la disproportion des poids tient surtout à ce que dans l'arc français, où l'on a mis à profit des études préliminaires, le circuit magnétique n'est établi qu'en vue des conditions dans lesquelles l'appareil doit être employé normalement. L'arc américain, au contraire, est susceptible de fonctionner dans les plus larges limites et pourrait être utilisé dans les circonstances les plus diverses. Son champ peut atteindre, en ordre de marche, c'est-à-dire avec un entrefer de 18 cm., l'énorme valeur de 17.000 gauss.

Son circuit magnétique est du type cuirassé et est muni d'une seule bobine excitatrice. Celle-ci porte deux enroulements, l'un placé en série sur le courant de la dynamo d'alimentation de l'arc, l'autre desservi par une machine auxiliaire spéciale. Ce dernier peut ajouter ou opposer ses effets à ceux du précédent. Cette disposition permet un réglage précis du champ.

D'ailleurs tous les moindres détails de l'arc sont étudiés à fond et traités dans un esprit des plus pratiques.

L'arc convertit directement le courant continu en courant de haute fréquence. Cet avantage est payé d'un gros inconvénient : les pertes qu'entraîne la transformation sont concentrées dans un espace restreint, et elles sont importantes puisque le rendement ne dépasse guère 45 pour cent. A Croix-d'Hins c'est donc une puissance d'environ 500 Kws qui est perdue sous forme de chaleur et qu'il faut évacuer. On voit donc avec quel soin doit être étudiée la circulation de l'eau de refroidissement. Cette circulation est commandée par des pompes renfermées dans un local spécial situé près d'un bassin où l'eau va se renouveler.

L'installation comprend encore cette particularité, qu'en dehors de la bobine de champ magnétique placée en série sur le circuit

de la dynamo, il n'y a pas ces encombrantes bobines de choc qu'on rencontre ordinairement; un jeu de condensateurs électrolytiques branchés aux bornes de l'arc protège les machines.

L'arc peut être utilisé sur 7 longueurs d'ondes, comprises entre 13.850 et 23.450 mètres; cette dernière est l'onde normale de travail du poste. Le changement d'ondes se fait très aisément par commandes mécaniques et les modifications des réglages s'exécutent automatiquement.

Le poste est pourvu de deux systèmes de manipulation l'un pour la grande vitesse, l'autre pour la vitesse ordinaire. On sait que le procédé de manipulation employé avec les arcs consiste généralement à modifier la valeur de la longueur d'onde émise. Ceci s'obtient en fermant, au moyen d'une clef, un circuit — lequel peut être réduit à une simple boucle — accouplé à l'antenne. La difficulté qu'on a à surmonter provient du fait que pour produire une variation appréciable de la longueur d'onde il faut transférer dans le circuit auxiliaire une certaine quantité d'énergie proportionnelle bien entendu à la puissance de l'émission.

Or lors de l'ouverture du circuit auxiliaire toute l'énergie qu'il renferme est libérée, elle se dissipe dans les fortes étincelles qui jaillissent au contact de la clef. Il faut, pour éviter la détérioration des appareils, souffler les étincelles par un courant d'air et augmenter la dimension des contacts. D'où pour les grands postes, d'une part, une grosse complication, et d'autre part, en raison de la masse des contacts mobiles, une grande difficulté pour réaliser de grandes vitesses de manipulation.

Pour réduire les étincelles on a songé à sectionner le circuit de manipulation en un grand nombre de parties, court-circuitées chacune par une clef. De cette façon l'énergie du circuit est à la rupture répartie entre ces organes. C'est à ce système que les Américains ont eu recours et ils n'ont pas hésité à mettre en jeu 78 clefs. Malgré la valeur considérable du courant d'antenne, la manipulation se fait alors sans étincelles et en n'employant que des contacts de dimensions modérées. On évite ainsi la grosse sujétion du soufflage. On favorise en même temps l'emploi de la manipulation à grande vitesse, quoique la mise en marche

simultanée de cette multitude de clefs complique un peu le problème mécanique.

Il nous reste maintenant à dire quelques mots de l'antenne. On se rappelle qu'elle est en nappe coudée du type employé depuis longtemps par Marconi et qui permet si facilement la réalisation de très grandes longueurs d'ondes. C'est aussi le type adopté à Lyon et ce sont du reste les résultats obtenus dans ce poste qui ont dicté le choix de la radiotélégraphie militaire. Cette antenne se prête par un dimensionnement convenable de ses parties à la réalisation de faibles résistances de terre.

L'antenne soutenue par des pylônes de 250 mètres comporte une nappe de 16 fils s'étendant sur une longueur de 1.200 mètres et une largeur de 400 mètres. Sa capacité est de 0 mfd 050, sa longueur propre d'environ 8.350 mètres. Les pylônes sont d'un type analogue à celui de la tour Eiffel, mais ils n'ont que trois pieds et sont beaucoup plus légers, leur poids n'atteint que 500 tonnes, la tour Eiffel pèse 15 fois plus. Ils peuvent supporter sans difficulté un effort de traction au sommet de 10 tonnes.

Le problème si difficile de l'isolation de l'antenne est parfaitement résolu au moyen d'isolateurs tubulaires en porcelaine d'une longueur de 1 m. 80 et de 0 m. 15 de diamètre. Ces isolateurs sont interposés entre les pylônes et les traversiers qui supportent la nappe d'antenne. Ils méritent une mention spéciale, ils jouissent à un degré inconnu jusqu'ici des deux propriétés indispensables : une résistance mécanique élevée, près de 14 tonnes par élément, et un isolement limite considérable, 190.000 volts à sec.

La prise de terre comprend un noyau central formé d'une plaque de cuivre de plus de 100 mètres carrés, reliée à une couronne de 100 tubes de cuivre enfoncés dans le sol à une profondeur d'une vingtaine de mètres. Un léger réseau de fils enterrés prolonge ce dispositif et le rattache en particulier aux terres des pylônes. La résistance totale de l'antenne sur l'onde de 23.500 mètres est actuellement de 1 ohm 4. Elle est susceptible du reste

d'être encore notablement diminuée. L'exécution de cette prise de terre est méthodiquement conduite, elle est combinée avec des mesures de rayonnement de telle façon qu'on soit assuré qu'aucune des dispositions adoptées n'ait de répercussion fâcheuse sur la valeur de la hauteur effective.

Tel est en gros l'état actuel de la station. Quelques travaux complémentaires ne sont pas encore terminés. L'administration des P. T. T., qui se prépare à reprendre le poste, installe la commande à distance de la manipulation. Celle-ci se fait depuis Bordeaux en attendant de se faire depuis Paris. La radio-télégraphie militaire apporte encore de son côté certaines modifications importantes. Mais la station n'en restera pas là. En télégraphie sans fil, comme dans toutes les branches nouvelles de l'activité humaine, ne pas progresser c'est reculer, bientôt de puissants alternateurs Béthenod-Latour, ceux-là mêmes qui avaient été envisagés dès 1917, seront installés. Ce sera encore un événement de grande importance pour les radiotélégraphistes.

RÉSULTATS DES PREMIERS ESSAIS

Les premiers essais de la station ont été faits par la Marine américaine du 21 août au 21 septembre. Disons de suite qu'ils ont donné tous les résultats attendus. En utilisant le voltage normal des dynamos d'alimentation, l'intensité du courant d'antenne dépasse 500 ampères ; elle atteint facilement 600 ampères pour une légère surcharge des machines et dans toutes les conditions de fonctionnement le matériel et toute l'installation se comportent d'une façon tout à fait satisfaisante. Les épreuves de longue durée ont été faites avec un plein succès et ceci démontrerait, s'il en était encore besoin, que l'arc est parfaitement apte à assurer un trafic intense avec une puissance quelconque. Voilà pour ce qui concerne la science de l'ingénieur. Reste à voir l'effet produit au loin, et ceci intéresse les radiotélégraphistes.

A ce dernier point de vue l'entrée en service du poste de Croix-d'Hins était attendue avec une vive curiosité. Le comité Impérial britannique, chargé d'étudier l'établissement d'un réseau

mondial de télégraphie sans fil dans les colonies anglaises, a indiqué nettement dans son rapport de mai 1920 tout l'intérêt pratique que les ingénieurs radiotélégraphistes attachaient à cet événement. Dans le monde scientifique, où les questions de propagation des ondes sont encore si discutées, l'intérêt était sans doute non moins vif.

Il est encore trop tôt pour donner des informations complètes sur les portées commerciales qui peuvent être réalisées par la station Lafayette. Mais des expériences de réception entreprises à l'occasion des essais nous donnent déjà des renseignements précieux. Elles ont été faites par les principaux postes américains situés dans les diverses parties du monde : Amérique, Hawaï, Philippines, îles du Pacifique et par les postes des colonies françaises. La plupart des opérateurs en service dans ces postes éloignés ont dû recevoir cette grande longueur d'onde de 23.500 mètres avec des installations de fortune et des moyens insuffisants. De plus les expériences ne se sont pas étendues sur une période d'une durée suffisamment longue pour qu'on puisse en déduire des conclusions fermes. Néanmoins elles constituent de véritables coups de soude du plus haut intérêt pour l'ingénieur habitué, bien avant que la science ait dit son dernier mot, à « réaliser », c'est-à-dire à créer des œuvres pratiques et d'un fonctionnement sûr.

De ces expériences on peut déjà tirer les conclusions suivantes : d'abord les communications entre la France et l'Amérique paraissent assurées en tout temps et à toute heure. On se rappelle que c'étaient les conditions mêmes posées par le général Pershing et il'on voit que le général Ferrie a eu l'intuition des moyens à employer pour arriver à ce résultat.

Pour les communications plus lointaines, on peut affirmer qu'en tout point du globe, la station Lafayette peut être entendue chaque jour à des heures favorables. C'est un résultat que sans doute les grandes stations, Lyon en particulier, auraient déjà pu revendiquer. Pour évaluer le gain réalisé un chiffre serait nécessaire. Il nous est fourni par des mesures faites à San Francisco. D'après ces mesures, la force des signaux reçus de Croix-d'Hins

a été de 4 à 8 fois supérieure à celle des signaux reçus de Nauen, la grande station allemande.

On peut donc dire, en résumé, qu'au point de vue commercial, la station Lafayette pourra assurer d'excellentes communications en tout temps avec les États-Unis, et presque en tout temps, avec les colonies françaises. Aux heures particulièrement favorables, l'excédent de puissance dont on disposera permettra l'emploi de la manipulation à grande vitesse qui augmente considérablement le rendement d'un poste, mais exige d'autant plus d'énergie que la vitesse est plus rapide.

Mais cet exposé des avantages qu'on va retirer du poste de Croix-d'Hins serait incomplet si l'on ne signalait son importance scientifique. Pour certaines études et travaux (météorologie, détermination des longitudes), un poste de cette puissance est un merveilleux instrument. Il permettra à notre pays de conserver sur ce terrain l'initiative qu'il a su prendre jusqu'ici.

La station Lafayette est donc une œuvre des plus remarquables. Ses services pacifiques égaleront les services de guerre que l'on attendait d'elle. Grâce à elle la France va tenir le premier rang pour les communications radiotélégraphiques lointaines. Elle resserrera plus étroitement encore les sentiments d'amitié qui unissent la France et l'Amérique.

CHOIX D'UNE FRÉQUENCE TÉLÉGRAPHIQUE MOYENNE ⁽¹⁾

On sait que l'adoption d'une fréquence téléphonique moyenne a considérablement simplifié les calculs de lignes téléphoniques ainsi que la technique des mesures téléphoniques. L'emploi de plus en plus général d'appareils télégraphiques rapides permet d'adopter une simplification analogue dans la technique du télégraphe.

Tous les appareils télégraphiques rapides adoptés actuellement tant en France qu'à l'étranger dérivent plus ou moins de l'appareil Baudot. L'appareil Baudot est universellement employé en France et le Post Office britannique l'utilise de plus en plus en Grande-Bretagne ; l'appareil américain « Western Electric Printer » et l'appareil allemand Siemens dérivent également du Baudot dont ils ont adopté le code. C'est donc de la transmission télégraphique au moyen de l'appareil Baudot que nous devons nous occuper.

On sait qu'en France il est d'usage de régler une communication télégraphique au Baudot en transmettant une série de lettres *t* et de lettres *g* régulièrement alternées sur les différents secteurs du distributeur, c'est ce qu'on appelle le « roulement ». Lorsque ces séries de *t* et de *g* sont convenablement enregistrées au poste correspondant, l'expérience prouve que la transmission d'un message quelconque s'effectue dans de bonnes conditions. Nous pouvons donc admettre que le roulement représente le courant télégraphique type. Cette hypothèse est analogue à celle qui assimile les courants de conversation en moyenne à un courant alternatif sinusoïdal de 800 périodes par seconde ou plus exactement de pulsation 5.000 et qui, elle aussi, repose sur les données de l'expérience.

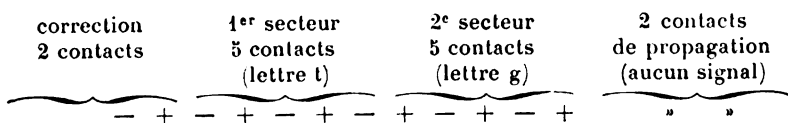
1. Note remise par M. G. Valensi, Ingénieur des Postes et Télégraphes.

Les lettres *t* et *g* étant constituées par des signaux positifs et négatifs régulièrement alternés ($t = - + - + -$ et $g = + - + - +$) le courant de roulement est un courant alternatif régulier. Quelle est sa fréquence ?

Actuellement la vitesse des chariots de distributeurs Baudot est fixée en France à 180 tours par minute, soit 3 tours par seconde. Mais l'utilisation des transmetteurs automatiques, dans lesquels un clavier de machine à écrire ordinaire est substitué à l'ancien manipulateur Baudot à 5 touches, permettra d'augmenter cette vitesse. Il semble, d'après les expériences effectuées récemment en France (et d'après les règles d'exploitation américaine où l'on utilise largement depuis la guerre l'appareil imprimeur Western Electric qui est un véritable Baudot à transmission automatique et à inscription des messages reçus sur feuilles), que la vitesse des chariots de distributeur Baudot puisse être sans inconvénient portée à 210 tours-minute, soit 3 tours $1/2$ par seconde. Si l'on dépasse de beaucoup ce chiffre, l'agent réceptionnaire (surtout dans le cas de l'inscription sur bandes) peut difficilement suivre la transmission et l'agent transmetteur lui-même est un peu surmené dans la manipulation de son clavier.

Connaissant la vitesse du distributeur Baudot, égale à 3 tours par seconde (chiffre actuel en France) ou à 3 tours $1/2$ par seconde (chiffre actuel en Amérique et probable pour un avenir très prochain en France), il est facile de calculer la fréquence du courant télégraphique de réglage ou « courant de roulement ».

Pour un Baudot double, les balais recueillent pendant le « roulement », sur les différents contacts du distributeur les signaux suivants :



soit 14 contacts ou 7 périodes complètes (dont une « en blanc »).

Pour une vitesse de 3 tours-seconde, cela correspond à un cou-

à 5 touches), le courant télégraphique est un courant alternatif dont la fréquence fondamentale a la valeur suivante :

pour le Baudot double $f = 21$

pour le Baudot quadruple $f = 36$

pour le Baudot sextuple $f = 51$

fréquence moyenne . . . $f = 36$ périodes par seconde.

Lorsque l'on admet la vitesse de 3 tours $1/2$ par seconde (ce qui est tout à fait réalisable avec la transmission automatique au moyen du clavier de machines à écrire), la fréquence fondamentale du courant télégraphique a la valeur :

pour le Baudot double $f = 24,5$

pour le Baudot quadruple $f = 42$

pour le Baudot sextuple $f = 59,5$

fréquence moyenne . . . $f = 42$ périodes par seconde.

Le courant alternatif constitué par les signaux alternativement positifs et négatifs du roulement est loin d'être sinusoïdal, de sorte que des harmoniques assez nombreux se superposent au courant fondamental. Mais ces harmoniques n'ont en général aucun intérêt au point de vue de la transmission télégraphique (1) et c'est au courant fondamental seul qu'obéit le relais Baudot récepteur.

Il y a là une différence importante avec le courant téléphonique dont on doit considérer non seulement la fréquence moyenne mais encore la forme d'onde qui influe au point de vue du timbre ou de la qualité des sons reçus.

Au point de vue des calculs de transmission télégraphique, il semble donc qu'on puisse assimiler les courants transmis par les appareils rapides actuels (Baudot et dérivés) à des courants alternatifs sinusoïdaux dont la fréquence $f = 36$ ou 42 , c'est-à-dire est voisine de 40 PÉRIODES PAR SECONDE, ce qui correspond à une pulsation $2\pi f = 251,20$.

(1) Il y a cependant des cas où la forme d'onde du courant télégraphique peut avoir une certaine importance au point de vue de la transmission, en particulier dans le cas des lignes télégraphiques influencées par des lignes d'énergie ou de traction électriques.

Pour faciliter les calculs, il y aurait lieu de prendre comme pulsation moyenne des courants télégraphiques engendrés par les appareils imprimeurs rapides utilisés actuellement la PULSATION 250.

Ce nombre est juste *la vingtième partie de la pulsation moyenne admise pour les courants téléphoniques* par la Conférence Internationale de 1910, cette coïncidence serait très heureuse au point de vue de l'uniformité des calculs de transmission.

Si cette convention était admise, les mesures et les calculs effectués avec des ondes sinusoïdales de 40 périodes par seconde (ou de pulsation 250) pourraient être employés pour prévoir les résultats des essais de transmission effectués sur les lignes télégraphiques avec les appareils imprimeurs employés partout actuellement, de même que les mesures et les calculs effectués avec des ondes sinusoïdales à 800 périodes servent actuellement à prévoir les résultats des essais de transmission téléphonique. C'est ainsi que les constantes des lignes télégraphiques (constantes primaires : résistance, inductance, capacité, perdittance et constantes secondaires : impédance caractéristique, constante d'affaiblissement et constante de longueur d'onde) seraient définies comme en téléphonie, mais à la fréquence de 40 périodes (pulsation 250); elles seraient mesurées par la méthode de l'impédance à circuit ouvert et en court-circuit, au moyen d'un pont de Wheatstone alimenté par une source de courant alternatif à 40 périodes par seconde et muni, comme appareil de zéro, d'un galvanomètre à vibration accordé sur la fréquence 40. Comme source de courant de mesures télégraphiques, on utiliserait un petit alternateur ou un vibreur ou une machine magnéto-électrique ou tout autre dispositif du genre de ceux qui servent en téléphonie à engendrer les courants d'appel.

De même, les constantes des appareils télégraphiques terminaux ou intermédiaires (translations) seraient définies à une fréquence de 40 périodes par seconde et mesurées au moyen d'un pont de Wheatstone en courant alternatif ou au moyen de voltmètres, milliampèremètres et potentiomètres analogues à ceux

qu'on utilise en téléphonie. C'est ainsi, par exemple, qu'on mesurerait l'impédance à 40 périodes d'un relais Baudot récepteur ou le rendement en énergie d'une translation télégraphique ; ces mesures permettraient de traiter le problème de l'adaptation des appareils télégraphiques aux lignes télégraphiques avec les mêmes méthodes et les mêmes formules qu'en téléphonie.

Tous ces avantages soulignent l'intérêt qu'il y aurait, si une conférence internationale des techniciens des télégraphes et téléphones se réunit pour poursuivre l'œuvre de la Conférence de 1910, à inscrire au programme de ses travaux le choix d'une fréquence télégraphique moyenne qui sera le premier pas dans la voie de l'unification internationale de la technique télégraphique.

UNE ORGANISATION RATIONNELLE DU SERVICE RÉGIONAL D'ARCHITECTURE

En Alsace-Lorraine, l'Administration allemande avait organisé, comme dans le reste de l'empire, un service spécial chargé de tous les travaux techniques concernant les locaux.

Pour cet objet, l'Allemagne était divisée en un certain nombre de *districts de construction* (Baubezirk). Avant les hostilités, il existait 25 districts (3 pour Berlin et 22 pour la province). Comme le nombre des directions des provinces était de 40, les districts de construction comprenaient les circonscriptions de une, deux ou trois directions, suivant le cas (1). Le district d'architecture d'Alsace-Lorraine avait son siège à Strasbourg.

Le *service d'architecture* (Postbauabteilung) fonctionne toujours au siège d'une direction régionale, dont il constitue une section.

Il a à sa tête, soit un *Conseiller architecte* (Postbaurat), soit un *Inspecteur architecte* (Postbauinspektor). Ces fonctionnaires sont des techniciens pourvus du diplôme d'architecte délivré par une *école polytechnique* (Polytechnikum) comme il en existe à Berlin, Karlsruhe, Munich, Stuttgart, etc., et qui constituent des écoles techniques supérieures. Ils sont d'abord nommés *Architecte du Gouvernement* (Regierungsbaumeister), puis successivement *Inspecteur d'architecture*, *Conseiller d'architecture*, et 10 ans après *Conseiller intime d'architecture*. Quel que soit leur grade, ils exercent les mêmes fonctions et jouissent d'un traitement et d'indemnités équivalentes aux fonctionnaires supérieurs de cette même catégorie (Posträte) et Inspecteurs supérieurs

(1) 5 Baubezirke comprenaient une seule direction,

16	—	2 directions,
1	—	3 directions.

(Oberpostinspektor). Il est bon d'insister sur le fait que ce sont des *fonctionnaires*, travaillant exclusivement pour l'Administration.

Pour tout ce qui concerne les questions de locaux, le fonctionnaire architecte est à la fois un conseiller technique et un agent d'exécution.

1° En ce qui concerne les travaux neufs, il est chargé :

a) de l'examen de questions techniques relatives aux achats, ventes, échanges, cessions de terrains, intéressant l'Administration ;

b) de l'établissement de la totalité des plans et devis et de l'élaboration de projets de construction d'immeubles postaux ;

c) de la rédaction et de l'examen des contrats et marchés relatifs à la livraison et à l'emmagasinement des matériaux ;

d) de la surveillance des travaux (en cas de modification à apporter au projet de construction, il demande l'autorisation du ministère) ;

e) de la mise en adjudication des travaux relatifs aux installations de chauffage central ;

f) du recrutement du personnel auxiliaire (Hilfskräfte) éventuellement nécessaire pour assurer cette surveillance, si ce personnel n'a pas été désigné par le ministère ;

g) de la vérification et approbation des mémoires et factures qui ne rentrent pas dans les attributions d'un autre service de la direction régionale ;

h) de la réception des travaux et des bâtiments après achèvement, à moins qu'un autre service n'ait été spécialement désigné ;

i) du règlement des comptes avec les entrepreneurs, de l'établissement des procès-verbaux de vérification, si un architecte local n'a pas été chargé de ce soin.

2° En ce qui concerne l'entretien des bâtiments domaniaux, il est chargé de visiter les locaux au moins une fois par an, d'en surveiller l'état et de faire procéder aux travaux d'entretien soit d'office au moyen des crédits dont il dispose, soit sur autorisation. Il doit également vérifier, au moins une fois par an, le fonctionnement des installations de chauffage central, procéder à

l'examen de la qualité du combustible, du rendement calorifique de l'installation, et établir une comparaison entre les frais d'exploitation des divers bureaux.

3° En ce qui concerne *les locaux pris en location* par l'Administration, il doit suivre toutes les questions techniques se rapportant à l'exécution des travaux d'aménagement et donner son avis pour l'achat du mobilier.

Il est tenu de dresser et tenir constamment à jour les plans et notices descriptives concernant les terrains et immeubles administratifs.

L'Administration fait au conseiller architecte une obligation de constituer une documentation écrite, aussi complète que possible, en ce qui concerne :

a) la situation, l'état, les possibilités d'utilisation et d'extension des terrains et bâtiments, les droits et obligations attachés à ces immeubles en vertu des titres de propriétés, les droits des propriétaires ou locataires mitoyens ;

b) les ressources de sa circonscription et des régions voisines, de nature à intéresser son art (situation des carrières de pierre à bâtir, de sable, briqueteries, tuileries, fours à chaux, essences des forêts pouvant fournir du bois de construction, scieries, etc..., moyens de transport) ;

c) les prix des matériaux et de la main-d'œuvre, frais de camionnage dans les diverses localités, la valeur commerciale, la solvabilité et la compétence technique des principaux entrepreneurs de la région, le degré de confiance qu'on peut avoir en eux, etc.

Le fonctionnaire architecte est donc à tout moment en mesure de renseigner le directeur régional sur toutes les questions de locaux autres que celles intéressant les baux à loyer, traitées par la section postale.

Il traite personnellement une partie des affaires ressortissant à son service. Il dirige et surveille les travaux des agents sous ses ordres, lesquels appartiennent à la carrière moyenne. Il est assisté d'un ou plusieurs *secrétaires techniques* (Postbausekretäre) ayant fréquenté les cours d'une école technique, assimilés aux secrétaires et secrétaires supérieurs.

Les secrétaires techniques sont chargés, sous la direction du fonctionnaire architecte, de l'établissement des devis, dessins et plans, de la vérification des prix de série.

En outre, un ou plusieurs *assistants* (Postassistant) ou *assistants supérieurs* (Oberpostassistant) sont chargés des travaux de rédaction, de minime importance, de la vérification matérielle des mémoires, des travaux d'ordre et de copie.

Au même titre que les conseillers, le fonctionnaire architecte traite les affaires ressortissant de sa section au nom du directeur régional. Il ne peut entrer personnellement en relation avec les autres directions régionales sauf en cas d'extrême urgence, auquel cas il doit rendre compte.

Après entente entre les services intéressés, les architectes d'une Administration peuvent aussi prêter aide à ceux d'une autre Administration, ce qui n'entraîne aucune rétribution supplémentaire à leur profit.

Il n'existe pas jusqu'à présent, dans les cadres de l'Administration française, d'emploi analogue à celui de conseiller architecte. L'Administration, depuis 1906, fait assurer ce service, à Paris, par dix architectes, un vérificateur et un réviseur, et, dans les départements, par des architectes de la région spécialement désignés ou choisis par elle. Les architectes reçoivent des honoraires calculés à raison de 5 % du montant des devis exécutés et réglés. Pour les missions qu'ils remplissent hors de leur résidence, à la suite d'instructions de l'Administration, ils reçoivent une indemnité journalière de déplacement.

Le principe suivi, au moment de la réoccupation de l'Alsace-Lorraine, a été de maintenir l'organisation et le fonctionnement des services dans le cadre existant.

Le fonctionnaire architecte de Strasbourg était Allemand, et a dû par conséquent être rapatrié en Allemagne dès janvier 1919. Il n'a pu être remplacé par un fonctionnaire de l'intérieur, puis qu'il n'existe pas, dans l'Administration française, de fonctionnaire architecte.

Il importait néanmoins de maintenir une organisation bonne en soi, qui se justifie par le nombre des immeubles postaux et

télégraphiques appartenant à l'État et d'utiliser les compétences du cadre de fonctionnaires subalternes opérant antérieurement sous la direction technique du conseiller architecte.

Dès février 1919, un architecte alsacien, diplômé par le gouvernement français et présentant toutes les garanties de capacité, a été désigné.

Les attributions anciennes du conseiller architecte ont été transférées à l'architecte alsacien, non fonctionnaire, qui reste chargé :

1° à Strasbourg, de la direction et de la surveillance techniques des services de l'architecture de la direction ;

2° dans le reste des trois départements, de toutes les études de son art et de toutes les missions de surveillance ou de vérification de travaux intéressant le service des postes qui peuvent lui être confiées par le directeur régional.

Pour ses attributions à la direction régionale, pour la vérification des plans et devis de toute nature établis par le personnel de sa section, les avis et conseils qu'il est appelé à donner sur des questions ou projets qui lui sont soumis, il reçoit une rétribution mensuelle de 125 francs.

Pour les travaux ne rentrant pas dans ceux qui sont visés ci-dessus, il lui est alloué des honoraires spéciaux, fixés à :

a) 1 % du montant net des mémoires se rapportant à des travaux exécutés sans son concours, que le service lui soumet pour vérification et révision des prix ;

b) 5 % du montant des devis exécutés et réglés, lorsque l'établissement des projets, devis et dessins, la surveillance des travaux, la vérification des prix de série, ont été effectués entièrement par ses soins, sans la participation du personnel de la section d'architecture.

Pour les travaux auxquels ce personnel a pris part, l'architecte reçoit des honoraires pour les seules parties qu'il a assurées personnellement en totalité, savoir :

1 % s'il s'agit de l'établissement du devis ;

2 % s'il s'agit de l'établissement des dessins d'exécution ;

1 % s'il s'agit de la surveillance des travaux ;

1 % s'il s'agit de la vérification et de la révision des prix de série du mémoire.

De même que dans le régime français, les honoraires sont réglés dans tous les cas d'après le montant des devis exécutés et réglés. Les dépassements sur les prévisions, s'il s'en produit, n'entrent pas dans le décompte des honoraires.

Les travaux spéciaux ne rentrant pas dans les catégories ci-dessus (états de lieux, expertises, rapports y relatifs) sont payés à l'architecte à raison de 6 francs l'heure.

Il bénéficie également de frais de déplacement pour les missions spéciales qu'il remplit en dehors de Strasbourg.

La section d'architecture est rattachée au service technique de la direction régionale. La collaboration de l'architecte non fonctionnaire donne toute satisfaction.

Cette organisation maintient les avantages de l'organisation ancienne, qui ne sont pas douteux. En effet, la décentralisation permet de hâter la solution des affaires, ce qui est particulièrement précieux à une époque d'instabilité des prix des matériaux et de la main-d'œuvre. L'affectation d'un architecte unique chargé de toute une région maintient une unité et une continuité de vue dans toutes les questions qui lui sont soumises. L'adaptation des services aux besoins locaux est facilitée. L'architecte se familiarise rapidement avec les règles concernant les marchés de l'État, et les services administratifs ont moins souvent à intervenir. Enfin l'avis de l'architecte peut être demandé sur des questions de toute nature, et les services trouvent, grâce à la documentation qu'il réunit, des renseignements souvent précieux, qui se traduisent soit en une économie dans les prix d'acquisition soit en une meilleure qualité des matériaux.

Il semble donc que la question de l'extension du service d'architecture aux directions régionales françaises pourrait être étudiée. Notre organisation paraît comporter en effet de sérieuses lacunes. Qu'il s'agisse, par exemple, de l'établissement d'un hôtel des postes important en province, les études préliminaires sont entreprises et poursuivies par les services locaux, qui doivent les mener de pair avec le service général, toujours très

chargé. Il est manifestement impossible aux fonctionnaires chargés de ces études de s'isoler dans le travail qu'ils ont en vue et de s'affranchir suffisamment des préoccupations d'un service qui ne souffre pas d'arrêt. Ils ne peuvent, en général, tirer parti de l'expérience acquise ailleurs lors de l'exécution de travaux similaires. Ils sont dès lors exposés à ne pas apercevoir les dispositions les plus avantageuses dans l'aménagement des locaux, ou, ce qui est pire, à tomber dans des erreurs qui auraient été certainement évitées par quiconque les a commises une première fois et en a reconnu, par expérience, tous les inconvénients. En un mot, en ce qui concerne les études relatives à l'établissement des grands immeubles postaux et télégraphiques, l'organisation française actuelle oblige les services locaux à travailler trop isolément. Chacun acquiert de son côté une expérience personnelle dont ne profite pas le voisin et dont souvent il ne profitera pas lui-même une fois son travail terminé. Il semble que tout doive se passer comme si le travail que l'on a en vue était unique en son genre, ou comme si aucun hôtel des postes n'avait encore été construit.

Les premiers plans, ainsi établis sur des bases imparfaites, sont alors transmis à l'Administration. Le bureau compétent possède les éléments nécessaires pour améliorer le projet : il peut en effet procéder par comparaison avec des projets antérieurs du même ordre d'importance. Il lui serait possible de combler les lacunes ou de corriger les erreurs. Mais son examen est fait à *distance*. Une période de longues discussions par correspondance est ouverte, des navettes interminables de dossiers prennent cours ; le projet initial peut en sortir amélioré, mais il restera néanmoins imparfait.

Ordre est alors donné de le transmettre à un architecte local. Ce dernier n'est pas un fonctionnaire de l'Administration ; il ne connaît pas suffisamment les besoins de l'exploitation ; il n'apportera pas au projet qui lui est remis d'amélioration bien sensible. En outre, désireux de se faire une réclame dans la région où il est établi et obéissant à la pression de l'autorité municipale, ce spécialiste portera toute son attention sur la façade, sur l'esthé-

tique extérieure de l'immeuble. Il en résultera, pour l'ensemble, une construction qui ne manquera pas de prétentions, qui s'harmonisera bien avec le milieu environnant, mais dont l'intérieur ne répondra pas suffisamment aux besoins du trafic.

La question des bâtiments est assez importante pour justifier la création d'un service particulier, dans lequel n'entreraient que des spécialistes. Dans cet ordre d'idées, un service central unique présenterait quelques inconvénients. Il ne saurait être question en effet de couvrir le territoire d'hôtels des postes tous établis sur le même gabarit. Les régions françaises ont des physionomies trop différentes. Il est nécessaire, si l'on ne veut pas tomber dans une uniformité frisant une monotonie trop contraire à l'esprit français, que les nuances qui les caractérisent soient parfaitement connues des architectes. *L'organisation régionale* paraît être le moyen terme; elle permettrait :

1° de réaliser partout des immeubles administratifs adaptés aux besoins auxquels il faut faire face et permettant à un personnel donné d'assurer le plus grand rendement possible avec le maximum de confort ;

2° d'ouvrir une voie de progrès constants en matière de construction d'immeubles postaux : chaque nouvelle construction, dégagée des imperfections constatées dans celles qui l'ont précédée, serait plus parfaite que celles-ci ;

3° de tenir compte, en ce qui concerne l'esthétique extérieure, des caractères particuliers de la région.

Les besoins généraux de l'exploitation et les conditions locales seraient ainsi conciliées et harmonisées.

Service d'Études et de Recherches Techniques

DE L'ADMINISTRATION DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

Vibrateur d'appel pour bureaux téléphoniques.

L'Administration se proposant de faire construire des vibrateurs pour en envoyer aux bureaux téléphoniques disposant d'un courant continu à 110 volts, le Service d'Études a examiné les qualités électriques d'un appareil construit pour essais. Le schéma des connexions électriques est donné ci-dessous. L'armature du vibrateur inverse les polarités aux bornes du condensateur et l'on recueille à travers le transformateur du courant alternatif pour les appels.

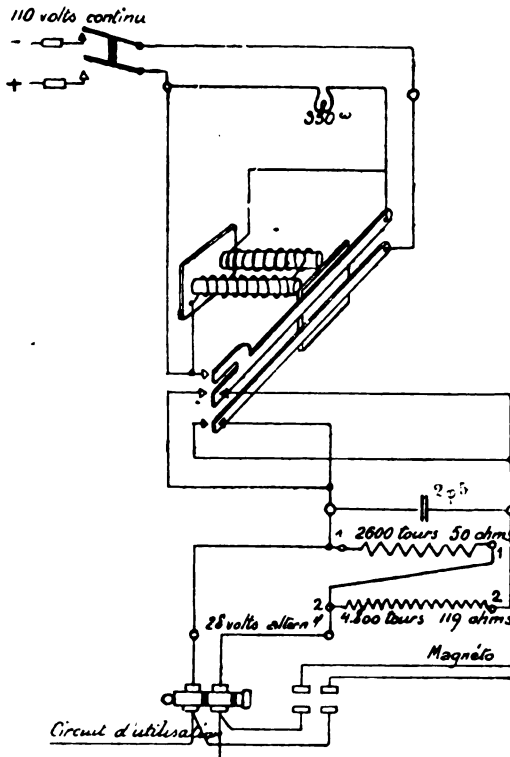
L'appareil est destiné à faire fonctionner des sonneries de 200 ohms.

1° Qualités de l'appareil aux divers régimes de charge. — A vide, l'appareil remis au Service d'Études prend au secteur 65 milliampères (mesurés avec un ampèremètre thermique). A la charge d'utilisation minimum (une seule sonnerie) l'appareil prend au secteur 40 milliampères seulement, c'est-à-dire moins qu'à vide, car le courant magnétisant a diminué. La sonnerie fonctionne, mais son fonctionnement laisse un peu à désirer. Quand la charge augmente (plusieurs sonneries en parallèle), l'appareil prend successivement plus de puissance au secteur électrique et le fonctionnement des sonneries devient meilleur.

Conclusions : a) malgré le fort courant magnétisant à vide, la dépense d'énergie achetée au secteur électrique reste bien inférieure à celle d'une lampe électrique, surtout si l'on considère que les chiffres marqués par le compteur continu seront moindres que ceux relevés à l'ampèremètre thermique, donc l'appareil est satisfaisant à ce point de vue.

b) Il y aurait lieu d'améliorer la qualité de l'appel pour l'uti-

lisation sur une seule sonnerie — ce qui est d'ailleurs le cas le plus fréquent. On a reconnu que l'amélioration serait obtenue en remplaçant le condensateur de $2\ \varphi$ par un condensateur de $2\ \varphi\ 5$.



2° Fréquence du courant d'appel. — La fréquence fournie par l'appareil est de 33 périodes par seconde environ — elle est intermédiaire entre la fréquence normale de vibration des sonneries de 200 ohms en courant continu et la fréquence des secteurs alternatifs industriels — donc très acceptable.

3° Remarques diverses. — Dans les cas où l'on aurait besoin d'augmenter la puissance de l'appareil pour un nombre d'appels simultanés que l'appareil normal ne pourrait pas atteindre, on aurait des résultats en renversant les rôles des deux enroulements du transformateur. Cette augmentation de puissance paraît aussi

correspondre à un fonctionnement un peu moins régulier des sonneries, il ne semble pas qu'il y ait lieu de la rechercher sans nécessité.

Le nouveau système de batterie centrale télégraphique.

Le Comité Technique des Postes et Télégraphes a préconisé la généralisation du système de batterie centrale télégraphique installé, à titre d'essai, au bureau de Moulins. Les avantages qu'on peut attendre de l'emploi de la batterie centrale ne sont plus à démontrer.

PRINCIPE.

La batterie centrale, BC (fig. 1), est amenée à la sortie de l'appareil récepteur du poste principal, A : un courant permanent

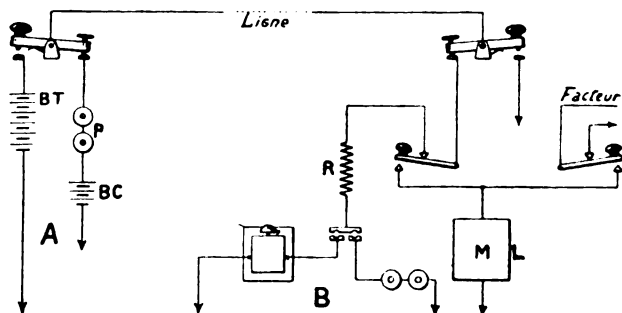


Fig. 1.

circule donc sur la ligne, mais grâce à une résistance, R , placée dans le poste secondaire, son intensité est limitée à 3 milliampères environ, de sorte qu'il reste sans action sur les récepteurs qu'il traverse.

Lorsque le poste secondaire abaisse son manipulateur, il donne à la ligne une terre directe, supprimant la résistance additionnelle et celle de son propre récepteur; il en résulte que le

récepteur du poste principal, traversé par 20 milliampères fonctionne à la façon ordinaire.

Ce dernier poste, pour transmettre à son tour, doit disposer d'un voltage spécial, BT, capable de donner 20 milliampères à travers le récepteur du poste secondaire et la résistance additionnelle, R.

Le poste extrême appelle le principal à l'aide d'une magnéto, M, dénommée, à la nomenclature, « appel magnétique à courants successifs de même sens » (n° 276-3). La même magnéto lui permet d'appeler également le facteur.

MODIFICATION DU TABLEAU-COMMUTATEUR DE 1909

Dans le but de permettre le groupement, sur un même tableau-commutateur, des lignes à batterie locale et de celles à batterie

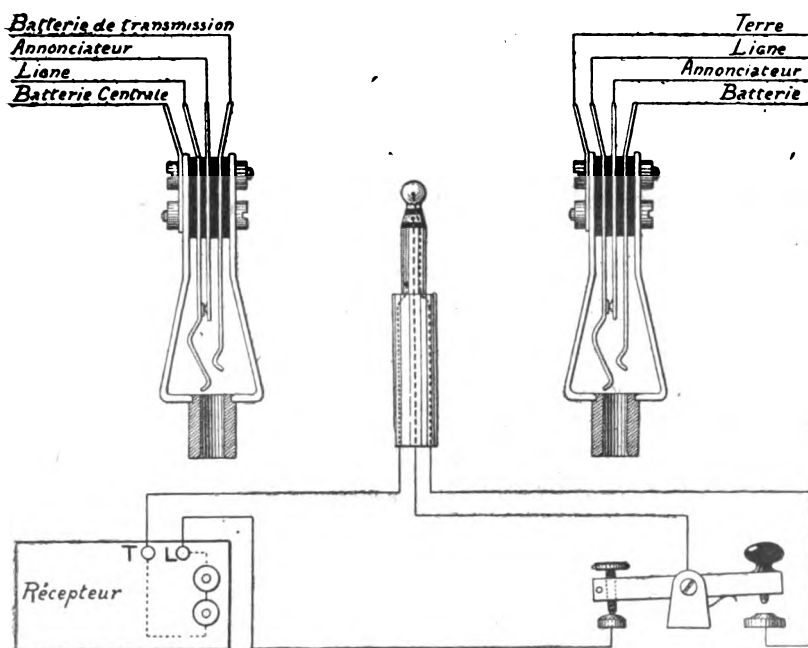


Fig. 2.

centrale, et de les renvoyer indistinctement sur les mêmes appareils, le tableau de 1909 a été modifié de la façon suivante :

Le massif du jack (fig. 2) a été muni d'une « paillette » permettant d'y rattacher une communication supplémentaire; on y amène la terre pour les lignes ordinaires et la batterie centrale pour les autres; la pointe et la nuque de la fiche sont reliées, comme dans le tableau ordinaire, à la prise de pile et à la chape du manipulateur Morse; en outre, la communication du corps de la fiche aboutit à la sortie du récepteur.

Si l'on place la fiche dans le jack de droite on renvoie à l'installation Morse, en outre de la pile et de la ligne, une terre à la sortie du récepteur; dans le jack de gauche, on relie cette même sortie à la batterie centrale.

LIGNES BIFURQUÉES

Le montage en batterie centrale pourrait s'appliquer aux lignes en embrochage comme à celles en dérivation; dans le but de ne faire qu'un seul type d'installation, il est préférable de transformer celles de la première catégorie pour les ramener à la seconde.

La fig. 3 montre l'agencement de trois postes, un principal, A, et deux postes secondaires, B et C, en dérivation sur la ligne. Une intensité de 6 milliampères (3 sur chaque branche) traverse en permanence le récepteur du poste principal.

Le montage de chacun des postes secondaires est le même que celui d'un poste simple, sauf que la sonnerie, S, est une sonnerie polarisée à trembleur, du système Mutel (n° 289-30) qui, ne fonctionnant que lorsque le courant a une direction déterminée, remplace ici le « rappel par inversion de courant ». Les postes secondaires comportent, en outre, un *indicateur de ligne occupée*, I (v. plus loin).

Si la résistance des deux branches de la dérivation présente une différence très notable, ce qui peut être le cas lorsqu'on met en dérivation un poste précédemment embroché, on les équilibre en plaçant sur la plus faible, à l'entrée du poste, C, par

exemple, une résistance, r' ; de cette façon, l'intensité dans le récepteur du poste principal est toujours la même, quel que soit le poste qui lui transmet.

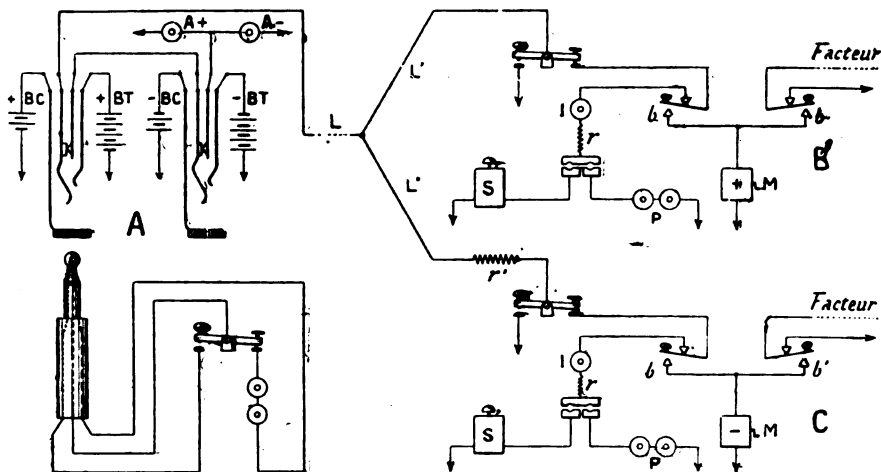


Fig. 3.

MONTAGE EN TRANSLATION

On peut aussi utiliser indifféremment les mêmes translations pour relier deux lignes quelconques. Le montage est indiqué par la fig. 4 ; il n'offre qu'une particularité : la fiche de gauche, F, qui amène au relais de gauche, R, la ligne et la pile de transmission, B T, donne la batterie centrale ou la terre à la sortie du relais de droite, R' ; et réciproquement..

INDICATEUR DE LIGNE OCCUPÉE

Tout comme dans le cas de lignes en dérivation à batterie locale, la transmission effectuée par le principal donne une intensité égale sur chacune des deux branches. Il s'ensuit que si, pendant que A transmet à B, par exemple, le poste C met sa ligne sur appareil pour appeler A, son récepteur fonctionne, et il sait ainsi que la ligne n'est pas libre. Il n'en est pas de même

si cette rentrée a lieu pendant que B transmet : en effet, les mises à la terre effectuées dans ce poste ne peuvent qu'atténuer l'intensité de repos qui circule dans la branche C ; ce dernier poste pourrait croire la ligne libre et sa rentrée intempestive viendrait brouiller la transmission de B, jusqu'à ce que A l'avertisse d'avoir à se retirer.

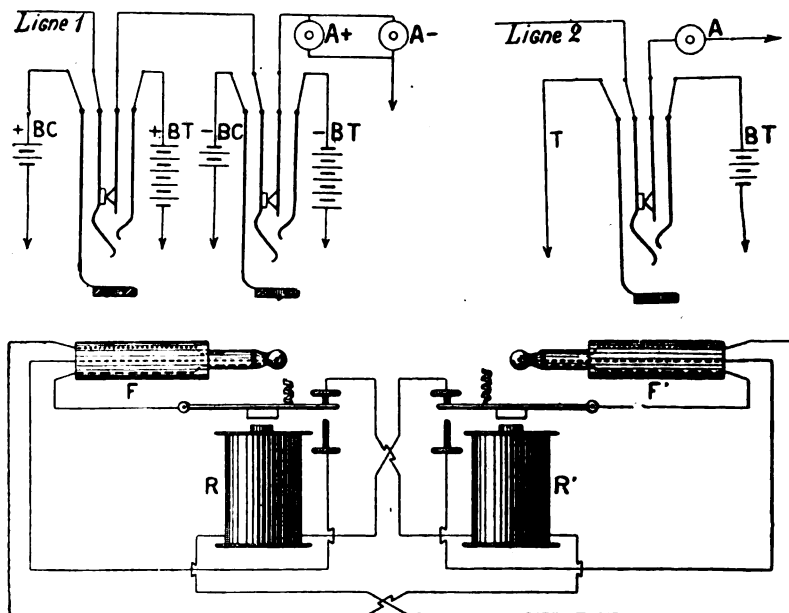


Fig. 4.

Afin d'éviter la possibilité de ce trouble, chacun des postes secondaires est muni d'un *indicateur de ligne occupée*, I (fig. 3). Cet instrument consiste en une sonnerie magnétique, du modèle téléphonique, dans laquelle le marteau et le timbre sont supprimés ; la tige du marteau est susceptible de déplacer un voyant derrière une cache noire présentant quatre ouvertures. Lorsque la ligne est libre, l'armature est au repos et le voyant présente une surface noire dans les fenêtres ; dès que l'armature est attirée le voyant est déplacé et montre, dans les fenêtres, quatre bandes rouges : c'est le signal d'occupation que chaque poste secondaire a sous les yeux et qu'il consulte avant d'appeler.

L'entrée et la sortie de l'électro-aimant doivent être choisies de manière que le fonctionnement ait lieu lorsque le poste principal donne la batterie centrale à l'autre poste, c'est-à-dire sous l'action du positif si le bureau envisagé fonctionne en négatif, et inversement.

Le déplacement de l'armature est obtenu avec un courant de 2 milliampères. Pour arriver à ce résultat, le bobinage de l'électro-aimant est formé de fil très fin, dont la résistance de 3.000 ohms vient en déduction des résistances additionnelles placées dans le poste.

DÉTERMINATION DES VOLTAGES ET DES RÉISTANCES

Dans les calculs qui vont suivre on appellera :

e , le voltage de la batterie centrale,

E , le voltage de la batterie de transmission,

A , la résistance d'un appareil,

L , la résistance d'une ligne simple,

R , la résistance totale du circuit envisagé,

r , la résistance additionnelle à placer dans le poste secondaire.

1° *Cas d'une seule ligne simple.* — On calcule tout d'abord le voltage à donner à la batterie centrale, sachant qu'elle doit débiter 20 milliampères, à travers le récepteur du poste principal, lorsque le poste secondaire donne la terre directe par son manipulateur. Ce chiffre est porté empiriquement à 21 milliampères pour tenir compte de la lampe de sécurité et en négligeant la résistance intérieure de la batterie.

On a donc :

$$e = 0,021 \times (A + L) \quad (1)$$

Ce voltage, e , donne, au repos, 3 milliampères à travers le circuit total ; celui-ci doit donc avoir une résistance :

$$R = \frac{e}{0,003} \quad (2)$$

On trouve la valeur de la résistance additionnelle, r , en déduisant de R les valeurs connues des deux appareils et de la ligne :

$$r = R - (2 A + L) \quad (3)$$

La batterie de transmission doit donner 20 milliampères (22 dans le calcul) à travers la ligne, le récepteur correspondant et la résistance additionnelle. Son voltage doit donc être :

$$E = 0,022 \times (L + A + r) \quad (1)$$

2° *Cas d'une seule ligne bifurquée.* — Les résistances des deux branches de la dérivation étant équilibrées, comme il a été dit plus haut, on détermine le voltage e , à donner à la batterie centrale en négligeant complètement l'une des branches : par exemple, si on admet que ce soit le poste B qui abaisse son manipulateur, on considère seulement une ligne AB, puisqu'on ne connaît pas encore la résistance additionnelle placée dans le poste C; celle-ci étant très grande, par rapport à la branche B, sa présence en dérivation sur AB ne change pas sensiblement la résistance totale du circuit. On applique donc, purement et simplement, la formule (1), en n'y faisant entrer, pour le facteur L, que la résistance AB.

Pour déterminer R, on reprend, de même, la formule (2), mais avec le dénominateur 0,006, puisque chacune des branches de la dérivation doit recevoir 3 milliampères :

$$R = \frac{e}{0,006} \quad (3)$$

La résistance *résultante* ou *combinée*, R' , des deux branches de la dérivation, est égale à ce quotient diminué de la résistance de l'appareil du poste principal et de celle de la section de ligne, L, comprise entre celui-ci et le point de bifurcation :

$$R' = R - (A + L) \quad (6)$$

Comme les deux branches sont égales, la résistance totale de chacune d'elles est double, soit $2 R'$; pour trouver la valeur de la résistance additionnelle, r , à placer dans chaque poste, il suffit de retrancher de $2 R'$ la résistance, L' , de la branche de ligne et celle de l'appareil récepteur.

$$r = 2 R' - (L' + A) \quad (7)$$

Le voltage, E, du poste principal doit fournir 40 milliampères,

afin que chacune des branches de la dérivation en reçoive 20. Comme précédemment, on calcule empiriquement sur 43 milli-ampères. Ce voltage doit agir sur la résistance totale, R , du circuit diminuée de celle de l'appareil du poste principal, qui n'est pas traversé par les courants de transmission.

On aura donc :

$$E = 0,043 \times (R - A) \quad (8)$$

3° *Cas de plusieurs lignes simples ou bifurquées.* — On calcule le voltage à donner à la batterie centrale, d'après la formule (1), pour la ligne la plus résistante, on forme une petite batterie universelle et on y puise pour toutes les autres lignes, à travers des résistances d'équilibre, établies dans les mêmes conditions que pour des lignes ordinaires.

La résistance additionnelle à mettre uniformément dans tous les postes de lignes simples, reliés à la petite batterie universelle, est celle qu'on a trouvée pour la première de ces lignes, à l'aide des formules (2) et (3) ; celles pour les lignes bifurquées sont calculées au moyen des formules (5), (6) et (7).

Ces résistances sont constituées par des supports n° 268-2, et des bobines n° 268-3, déduction faite, s'il y a lieu, de la résistance de l'indicateur de ligne occupée.

PROTECTION DE LA BATTERIE DE TRANSMISSION

La batterie de transmission doit être protégée de façon spéciale : en effet, les fig. 1 et 3 montrent que si, pendant que le poste principal transmet, un poste secondaire vient à abaisser son manipulateur, par exemple pour « couper » la transmission, la batterie BT trouve une terre directe et débite à travers la seule résistance de la ligne. Il en résulterait une intensité anormale qu'on évite en plaçant sur la prise de la batterie universelle, une lampe à filament métallique de 150 ohms, ou, à défaut, deux lampes de 75 ohms (n° 268-9-D) en série. Dans ces conditions l'augmentation de la résistance du filament métallique par suite de l'échauffement, et, d'autre part, la résistance de la ligne, suffisent pour maintenir l'intensité dans des limites convenables.

C'est pour tenir compte de cette seconde lampe que, dans les formules ci-dessus, l'intensité calculée est de 22 milliampères pour les lignes simples, et de 43 pour les lignes bifurquées, alors qu'on veut seulement atteindre respectivement 20 et 40 milliampères.

Mesures sur un circuit téléphonique en fil bimétallique pupinisé.

Le Service d'Études et de Recherche Techniques des Postes et Télégraphes a procédé récemment à des mesures sur le circuit Paris-Lyon 5° en fil bimétallique de 4 m/m qui vient d'être pupinisé au moyen de bobines de 0 henry 100, espacées régulièrement tous les douze kilomètres.

Les mesures effectuées à la guérite de Maisons-Alfort ont donné les résultats suivants : pour la pulsation $\omega = 5.000$, l'impédance caractéristique de la ligne aérienne pupinisée est égale à 1630 ohms 16° 20' et sa constante d'affaiblissement à $31,5 \cdot 10^{-4}$.

Avant la pupinisation la valeur de cette constante d'affaiblissement avait été mesurée et trouvée égale à $40 \cdot 10^{-4}$. Par conséquent la pupinisation a, au point de vue de l'affaiblissement, amélioré la ligne aérienne bimétallique dans la proportion de 20 % environ.

COMITÉ TECHNIQUE DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

Économie de combustible par la modification de l'installation des génératrices de vapeur de l'Hôtel des Postes de Paris.

Le Comité Technique a été saisi d'une proposition de M. Gissot, Inspecteur des Postes et Télégraphes à Paris, ayant pour objet de modifier l'installation des génératrices de vapeur de l'Hôtel des Postes de Paris.

A l'heure actuelle, quatre génératrices de vapeur servent exclusivement pour l'atelier de force motrice et deux autres exclusivement pour le chauffage.

Pour la force motrice, deux génératrices sont constamment en feu et deux autres au nettoyage, c'est-à-dire démontées en partie. Si un accident vient à se produire sur l'une des génératrices en feu, il est souvent difficile de remettre à temps en ordre de marche l'une des génératrices arrêtées.

Pour le chauffage, les génératrices sont arrêtées six mois l'été et travaillent sans arrêt six mois d'hiver.

En groupant les six génératrices sur un collecteur commun, on aurait la possibilité de les faire participer toutes au service général et d'avoir une répartition de travail beaucoup plus souple et propre à la meilleure conservation des chaudières.

*
* *

L'atelier de force motrice est constitué principalement par des machines Corliss servant à fabriquer de l'air comprimé pour le service des tubes pneumatiques.

Les machines Corliss travaillent à condensation. Bien que la machine à condensation soit économique, si on lie la question

chauffage d'hiver de l'immeuble avec celle de la force motrice on arrive à la conclusion qu'il vaudrait mieux, en hiver, faire marcher les machines Corliss à échappement libre au lieu de les faire marcher à condensation et se servir de la vapeur d'échappement pour le chauffage de l'immeuble. En été, un simple jeu de vannes permettrait de rétablir la marche à condensation.

..

On a évalué que la réalisation de ce projet conduirait à l'économie annuelle de plusieurs centaines de tonnes de charbon, ce qui, aux prix actuels du combustible, correspondrait à une économie d'argent de l'ordre de 300.000 francs par an.

Le Comité technique a donné un avis favorable.

Emploi de selfs dans les dispositifs de protection des bureaux télégraphiques.

M. Piraux, commis à Mézières, a propos d'ajouter aux dispositifs de protection des bureaux télégraphiques une self constituée par un fil de cuivre entouré en spirale, cette self étant intercalée immédiatement après le paratonnerre et en série sur le fil de ligne. La présence de cette self augmenterait l'efficacité du paratonnerre et éviterait dans de nombreux cas la fusion du coupe-circuit de 1 ampère.

Le procédé en question est connu pour être efficace et il est effectivement employé dans beaucoup d'installations à l'étranger. La self des appareils télégraphiques, bien qu'élevée, est formée de spires tellement rapprochées les unes des autres que les décharges à haute fréquence ne sont souvent pas arrêtées par elle. Au contraire, les petites selfs constituées par quelques spirales lâches de gros fil de cuivre sont suffisantes pour arrêter ces décharges.

Le Comité technique a émis l'avis que ce dispositif pourra être installé sur les lignes particulièrement exposées à la fusion des coupe-circuit de 1 ampère.

Mesure périodique de la résistance intérieure totale des batteries de piles.

Le même agent a fait remarquer que l'Instruction sur les essais et mesures (1918), prévoit seulement la possibilité de mesurer la résistance intérieure d'un élément de pile, mais est muette sur l'utilité de procéder à une telle mesure pour l'ensemble d'une batterie. Afin de combler cette lacune, le Comité Technique a accueilli favorablement la proposition de M. Piraux en ce qui concerne :

1° La mesure de la résistance intérieure totale des batteries de pile ;

2° L'obligation de vérifier, le samedi de chaque semaine, les batteries de piles dans les bureaux principaux ;

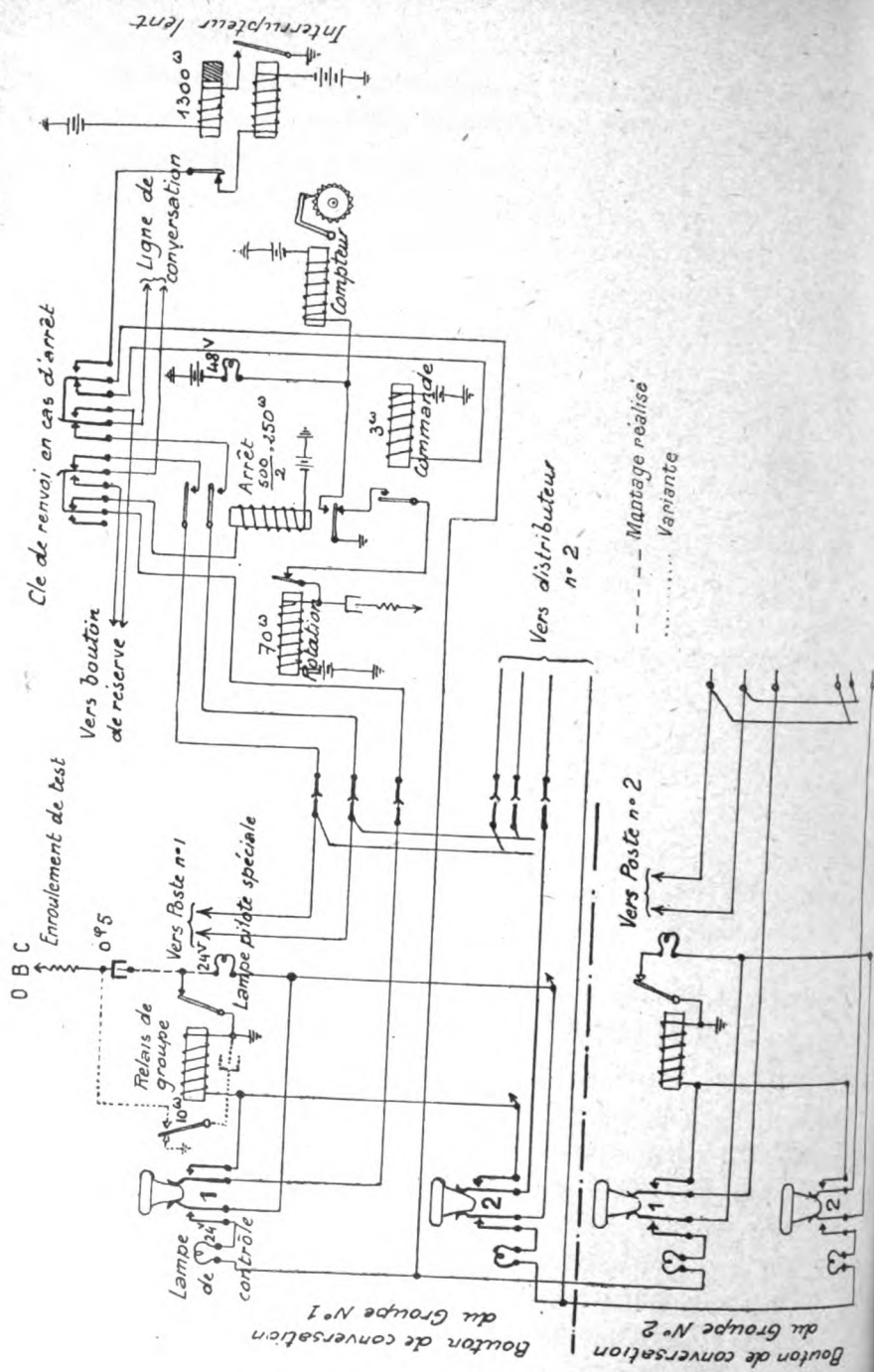
3° La création d'un carnet de références consignait les observations relevées.

Ces mesures seront réalisées par le même procédé que celui indiqué dans l'Instruction pour la vérification d'un élément, les bureaux disposeront à cet effet d'une résistance fixe, R , égale en ohms à 5 fois le nombre d'éléments composant la batterie universelle. (La résistance intérieure ρ cherchée sera donnée en ohms par la formule $\rho = \frac{R(E - e)}{e}$).

Distribution des lignes de conversation aux téléphonistes d'un sectionnement de départ.

Pour éviter les difficultés dues à l'encombrement des lignes de conversation aux heures chargées, on peut faire une distribution de la ligne de conversation successivement aux diverses téléphonistes de départ qui ont à l'utiliser, de telle façon que l'une d'elles soit seule en ligne pour formuler sa demande.

Par cette méthode les discussions sont évitées, l'audition est améliorée, le collationnement devient inutile, les demandes ne sont pas répétées inutilement, le trafic s'écoule plus rapidement



et les téléphonistes peuvent travailler dans le calme sans avoir besoin d'élever la voix.

Le Comité Technique a été saisi d'un procédé dû à M. Drouet, ingénieur à la Direction des Services Téléphoniques de Paris. Dans ce système, dont le schéma électrique est représenté ci-contre, le distributeur met la ligne à la disposition des téléphonistes en suivant l'ordre de numérotage des groupes, il reste arrêté sur la position de la dernière téléphoniste qui a utilisé la ligne et il en repart dès qu'une nouvelle demande se produit. L'électro de rotation du distributeur est alimenté chaque fois qu'un relais de commande, monté sur les boutons de conversation (1), est excité. Sous l'action de l'électro de rotation le distributeur avance pas à pas. L'arrêt du distributeur se produit dès que le circuit d'un électro d'arrêt se ferme, ce qui a lieu au moment où le distributeur passe sur l'opératrice qui a enclenché le bouton. Le distributeur fait un tour complet en $2/3$ de seconde et peut desservir 50 opératrices.

Il y a une lampe d'occupation du distributeur, un compteur de trafic, et des lampes de contrôle devant chaque opératrice.

Si d'autres opératrices appuient sur leur bouton de conversation pendant que l'une d'elles est en ligne, le circuit du relais de commande se ferme, mais le distributeur ne tourne pas tant que le relais d'arrêt est maintenu excité par l'opératrice qui cause.

En cas de dérangement du mécanisme, une clé de renvoi permet de revenir à l'exploitation actuelle; de plus, un vibreur à cadence lente est mis sur les boutons de conversation de l'installation avec distributeur de façon que les opératrices soient averties.

Le système qui vient d'être décrit peut être complété par la répartition automatique du trafic sur plusieurs sectionnements reliant entre eux deux bureaux.

Chaque opératrice de départ conserve un seul bouton de conversation vers le deuxième bureau. Quand elle appuie sur ce bouton, elle obtient d'abord la ligne du sectionnement particulier placé à sa disposition, si cette ligne est libre. Si cette ligne

est occupée, elle obtiendra la ligne du sectionnement général, si cette ligne est libre. Si toutes les lignes sont occupées, elle restera en attente et obtiendra, à son tour, la première de ces deux lignes qui deviendra libre.

Le Comité Technique a émis un avis favorable à la mise à l'essai de distributeurs de l'espèce décrite, ou analogues, dans divers bureaux de Paris.

Modification au montage du tableau téléphonique extensible mural

M. Merle, agent-mécanicien à Laval, a proposé de supprimer la sonnerie d'oubli du tableau extensible mural en utilisant à sa place l'une des deux sonneries de jour ou de nuit.

La sonnerie d'oubli est actuellement montée en dérivation sur le monocorde d'opérateur. Pour réaliser la modification proposée il suffirait de dériver sur ce monocorde, au lieu de la sonnerie d'oubli, un fil allant au point commun aux deux sonneries de jour et de nuit et un autre fil allant à l'axe du commutateur de sonnerie de jour et de nuit.

La transformation proposée a paru avantageuse puisqu'elle permet de récupérer une sonnerie et donne en outre, la nuit, la sonnerie près du lit de l'opérateur.

Le Comité Technique a émis un avis favorable.

COMPTÉ RENDU DES PÉRIODIQUES

Revue française, par M. TAFFIN, Directeur des Postes et Télégraphes.
— Revues étrangères, par M. REYNAUD-BONIN, Ingénieur, et M. CAUCHIE,
Inspecteur des Postes et Télégraphes.

PÉRIODIQUES EN LANGUE FRANÇAISE

Amplification des courants dans la flamme d'un bec Bunsen (*Revue Générale des Sciences*, Septembre 1920). —

Quand un courant électrique traverse, entre deux électrodes de platine, la flamme d'un bec Bunsen, le gradient du potentiel dans la flamme est habituellement beaucoup plus grand au voisinage de l'électrode négative que partout ailleurs. Cette chute de potentiel au voisinage de la cathode augmente beaucoup la résistance de la flamme. En recouvrant la cathode d'une couche de sel ou de chaux, on fait disparaître la forte chute de potentiel cathodique, ce qui peut rendre la résistance de la flamme une centaine de fois plus faible.

En augmentant l'émission électronique de la cathode chaude, on peut donc diminuer la chute de tension cathodique. Inversement, en diminuant l'émission électronique de la chaux ou du sel qui recouvrent la cathode on peut espérer faire apparaître à nouveau la chute négative et augmenter la résistance de la flamme.

On sait que, dans le cas des tubes à vide du type audion, l'émission électronique du filament est beaucoup affectée par le potentiel de la grille. Les expériences ont été conduites de manière à observer un effet analogue dans une flamme par l'introduction d'une troisième électrode ou grille, disposée près de la cathode et portée à des potentiels variables par rapport à la cathode. Les courbes représentant le courant à travers la flamme en fonction du potentiel de la grille sont très analogues à celles fournies par les amplificateurs à vide à trois électrodes. Toutefois lorsqu'on porte la grille à des potentiels alternatifs, le dispositif ne fonctionne pas

d'une manière aussi simple ; une flamme se comporte pour les courants de haute fréquence comme une capacité plutôt que comme une résistance pure.

PÉRIODIQUES EN LANGUES ÉTRANGÈRES

Le distributeur automatique d'appels du Central téléphonique de Paddington (*The Telegraph and Telephone Journal*, mars 1920). — La salle de travail à Paddington occupe toute la longueur du bâtiment ; on y trouve 61 positions « A » qui affectent la forme d'un J, dont la base est proche d'un escalier. De l'autre côté de l'escalier, les positions « B » ont été installées parallèlement à la tige du J et arrivent près de l'escalier « principal » qui relie la partie ouest de tous les étages.

Les douze dernières positions A sont munies du « distributeur automatique d'appels ». Ce distributeur automatique d'appels qui peut paraître un peu compliqué aux non-spécialistes, n'en est pas moins intéressant : son rôle consiste à relier un abonné demandeur quelconque à un appareil desservi par une téléphoniste libre à ce moment-là et l'on évite ainsi complètement les complications dues à une distribution imparfaite et la fatigue imposée aux employées par les clignotements des lampes qui annoncent de nouveaux appels, tandis qu'elles s'évertuent à établir des connexions difficiles. Du fait qu'il est possible de « fermer » ou « d'ouvrir », suivant les besoins, une quelconque des douze positions, on voit que pendant les heures creuses (la nuit, les dimanches par exemple) une seule téléphoniste pourra, sans quitter son siège, desservir un millier d'abonnés. Ce résultat est obtenu par l'emploi de deux appareils « premier » et « second présélecteur ». Ils ont le même aspect extérieur et sont de construction identique et du modèle rotatif ; ils ressemblent assez à une roue de moulin à trois rayons ou bras. Il y a cinq rangées de premiers sélecteurs et quatre de seconds sélecteurs. Les rayons tournent dans un cercle dont un tiers est muni de contacts en relief formant un « banc » ; un des trois rayons s'appuie toujours contre eux ; lorsque le rayon 1 est passé, le rayon 2 com-

mence d'entrer en contact avec le « banc ». Les rayons tournent sous l'effet d'une succession d'impulsions à raison de 30 impulsions par seconde, et comme il y a 10 jeux de contacts, on voit que chacun des trois rayons touche chacun des contacts une fois par seconde.

Chaque circuit d'abonné est relié en permanence à un des premiers présélecteurs, de telle sorte que lorsque l'abonné décroche son récepteur et fait fonctionner le relais de sa ligne, au lieu d'allumer une lampe spéciale, les rayons du sélecteur qui tournent en faisant 30 sauts par seconde, viennent frotter trois fois contre chacun des contacts du « banc ». En d'autres termes, l'appareil « essaie » chacun des dix « choisis » dans un but de sélection. Le seul cas où celle-ci n'est pas réalisée, se produit lorsque le « choisi » est déjà pris par quelqu'un, car 10 abonnés sont reliés au même jeu de contacts.

Aussitôt un rayon en contact avec un « choisi » disponible les impulsions propulsives cessent et le courant passe sur le bras du deuxième présélecteur, lequel tourne à son tour et se met en quête d'un « choisi » libre sur les 10 qu'il dessert. Les contacts du « banc » du second sélecteur sont reliés au jack et à la lampe d'un des 200 dispositifs d'appel répartis sur les 12 positions A dont il a été parlé plus haut. A ce moment, le courant même du poste demandeur arrive à un relais, la ligne est reliée à la position d'une téléphoniste libre, tous les autres « choisis » de la position donnent le signal « occupé » jusqu'à ce que la manœuvre nécessaire à l'établissement de la connexion soit terminée.

On voit donc que tout abonné peut être relié à au moins 100 des 200 dispositifs d'appel, si les 12 positions sont toutes « ouvertes », la fermeture d'une position entraîne l'émission du signal « occupé » sur tous les « choisis » de la dite position, mais il peut arriver que tous les « choisis » d'un sélecteur signalent « occupé », par suite d'un afflux considérable de demandes ou dans le cas où un grand nombre de positions ne seraient pas « ouvertes ». Dans ces conditions, l'appel est dirigé sur une position libre quelconque et une sonnerie fonctionne, qui appelle l'attention de la surveillante sur la nécessité d'ouvrir au service de nouvelles positions. Si celle-ci ne dispose

d'aucun moyen pour remédier à l'encombrement, la chose est signalée au personnel technique chargé des installations par une sonnerie spéciale placée dans la salle des appareils.

On n'a pas encore réussi à supprimer certaines restrictions dans l'emploi d'un « Distributeur » de ce genre. Tout d'abord, comme chaque abonné dispose de tous les « choisis » de 100 dispositifs d'appel (chacun des 10 « choisis » du premier sélecteur donnant 10 « choisis » sur le second présélecteur) et comme, pour 1.000 abonnés, il n'existe que 200 dispositifs d'appel, il s'ensuit que la téléphoniste ne peut savoir quel est le numéro de ligne du demandeur ni même à quel genre de service celui-ci a droit.

En outre, la recherche d'un dérangement est assez compliquée. Mais, on peut venir à bout de ces difficultés et, quand la valeur du système de distribution automatique sera bien établie, il est certain qu'on trouvera divers moyens pour obvier à ces inconvénients.

Il est intéressant de rappeler la nature spéciale des problèmes posés par la mise en service d'un distributeur automatique. On se trouve dans des conditions toutes nouvelles; c'est pourquoi, au début, on dut agir avec beaucoup de tact et de persévérance.

Une des premières nécessités fut d'entraîner les abonnés à indiquer promptement leur numéro d'appel lorsqu'il leur était demandé; on s'aperçut qu'un grand nombre d'abonnés n'avaient qu'une vague idée de leur propre numéro d'appel. Ainsi que nous le disions ci-dessus, la téléphoniste n'a aucune indication, quant au numéro du demandeur; elle ne peut le savoir qu'en essayant le circuit (d'après une méthode dont nous reparlerons), ou bien, en le demandant à l'intéressé.

Mais, comme un certain nombre d'abonnés étaient au régime de la conversation taxée, et tous les autres au régime forfaitaire, il fallait soit accorder, soit refuser à tous le bénéfice de la répétition des appels restés sans réponse. On a adopté le premier système au bénéfice des deux catégories d'abonnés, mais il fallut une grande habileté de la part des téléphonistes pour obtenir le numéro du demandeur avant qu'il ait raccroché son récepteur. Il était parfois difficile de persuader le demandeur que la téléphoniste ne connais-

sait réellement pas son numéro d'appel ; mais, à la longue, les abonnés se laissèrent convaincre.

Quelquefois l'abonné comprenait mal le sens des questions de la téléphoniste ; quand elle demandait : « quel numéro ? », il répondait en indiquant le sien. — L'employée essayait alors la ligne sur le multiple, elle la trouvait naturellement occupée et en informait le demandeur. Seules les téléphonistes savent quelles complications découlent de ces confusions. Le remède était difficile à trouver, car l'embarras d'une employée qui ne connaît même pas le numéro d'un abonné, n'est comparable qu'à celui de quelqu'un qui ne sait si le numéro que vous lui demandez est le sien propre ou celui de son correspondant. Il est probable que certains abonnés ont pu se croire victimes d'une plaisanterie de mauvais goût. Toutefois, le temps et la patience ont réalisé des merveilles ; aujourd'hui, il est rare de se heurter à des complications de ce genre.

Il est bien évident qu'une étroite collaboration entre le personnel technique et le personnel de l'exploitation est plus nécessaire que jamais dans le cas d'une installation de ce genre, bien qu'elle soit toujours essentielle pour assurer le bon fonctionnement d'un Central quelconque. Il se présente des cas où le fonctionnement n'est défectueux que pendant le temps que la connexion s'établit entre les préselecteurs particuliers et le dit « choisi » sur ces préselecteurs, de sorte que pour supprimer le dérangement, il importe d'aviser promptement le service technique qui fera le nécessaire avant que la connexion soit interrompue.

Dans ce but, on a disposé un circuit qui part de la chambre des appareils et qui peut être utilisé par toutes les opératrices. Quand elles enfonce la fiche, elles actionnent un parleur et non une sonnerie ordinaire ; ce dispositif permet de signaler et de situer un dérangement en quelques secondes, la téléphoniste indiquant directement à l'inspecteur la position, le numéro de la lampe et la nature du dérangement relevé. Pour faire l'essai d'un circuit, la téléphoniste le renvoie à la table d'essais.

Cette manœuvre allume une lampe sur la position pour essais et indique à la préposée qu'il y a lieu de vérifier. L'opération s'effectue en trois temps. On essaie une rangée de dix jacks pour trouver

celui qui fait entendre les bruits caractéristiques du dérangement ; le jack ainsi repéré indique l' « étagère » du présélecteur sur laquelle fonctionne le circuit défectueux. Il y a dix « étagères » dont chacune dessert dix « panneaux » de dix abonnés. Après avoir trouvé l'étagère, on recherche le « panneau » en essayant de la même façon les dix jacks reliés à cette étagère particulière. On essaie ensuite sur les multiples des abonnés, les dix lignes qui aboutissent sur chaque panneau particulier, et on finit par connaître le numéro en dérangement en consultant une carte indicatrice qui est conservée sur la position pour essais. Il faut assez longtemps pour expliquer la manœuvre ; dans la pratique, elle s'effectue en 20 ou 30 secondes au maximum. En moyenne, il faut compter 15 essais, dont les dix premiers sur deux jeux de jacks voisins ; une téléphoniste exercée les effectue en un temps très court. Quand le numéro a été déterminé, la ligne est essayée et réparée dans la forme habituelle.

Le manque de place nous interdit de donner une description plus détaillée du « Distributeur ». Nous ne parlerons pas de « l'indicateur de voie », du « compteur de débit » ; on ne peut s'en faire une idée exacte qu'en les voyant fonctionner et encore cela nécessite un effort.

Téléphonie et télégraphie multiples à haute fréquence

(E. T. Z. Septembre 1920).

RÉSUMÉ.

Les essais de téléphonie et télégraphie multiples à haute fréquence par conducteurs ayant été couronnés de succès, le nouveau procédé a été expérimenté pratiquement. Il fonctionne actuellement dans les conditions suivantes : 1° Un circuit Berlin-Hanovre (300 km.) et un circuit Berlin-Francfort-sur-le-Main (600 km.) servent à la téléphonie triplex ; 2° sur une même ligne Berlin-Magdebourg (150 km.) on peut écouler une communication téléphonique normale et deux transmissions télégraphiques à haute fréquence en utilisant des appareils Hughes ; 3° un circuit Berlin-

Francfort-sur-le-Main est exploité en septuple : six liaisons télégraphiques à l'aide des appareils rapides à haute fréquence de la maison Siemens et une liaison téléphonique ordinaire. Sur cette seule ligne, on peut écouler 4.000 signaux à la minute pendant la durée réglementaire du service. C'est un rendement qui n'a été obtenu nulle part. Pour une période de 8 heures, ceci fait un total de 16.000 télégrammes de 10 mots de 6 lettres par jour ; il faut remarquer qu'en réalité on ne consacre à la transmission des télégrammes que la moitié des heures de service.

Les expériences pratiques ont démontré que sans qu'il soit besoin de poser de nouveaux conducteurs, on pouvait disposer, en recourant au système d'exploitation à haute fréquence, de nouvelles liaisons sûres et précieuses à tous égards. L'Administration des télégraphes du Reich se propose d'appliquer graduellement le nouveau procédé sur plusieurs des plus importants circuits et espère améliorer ainsi considérablement les conditions actuelles du trafic.

Il y a un an, j'ai publié un rapport sur *La Téléphonie et la Télégraphie multiples au moyen des courants alternatifs de haute fréquence*. Ce rapport débutait par un résumé de l'historique des travaux et expériences alors connus ; j'envisageais ensuite les possibilités et les chances qu'on pouvait escompter dans ce domaine au double point de vue économique et technique ; puis, je parlais de quelques essais pratiques, riches en promesses, que l'Administration allemande des Télégraphes avait terminés ou poursuivait encore. Depuis cette époque, pour résoudre les nombreux problèmes que pose l'utilisation des courants de haute fréquence en télécommunication par conducteurs, nous avons poursuivi nos recherches dans plusieurs sens. Nos travaux ont porté spécialement sur les questions suivantes :

1° Expériences avec différents montages et dispositifs, en téléphonie à haute fréquence aussi bien qu'en télégraphie à haute fréquence ;

2° Etude des phénomènes physiques dont les appareils de transmission et de réception sont le siège dans le cas de la téléphonie à haute fréquence ; étude du meilleur mode de transmission de la

parole au moyen des oscillations de haute fréquence ; étude du filtrage à la réception, de la production de la parole dans le circuit de l'audion, etc. ;

3° Étude des amplificateurs téléphoniques ;

4° Expériences d'amplification directe à haute fréquence ;

5° Perfectionnement des amplificateurs intermédiaires ;

6° Mesures en haute fréquence sur des conducteurs et câbles de construction différente ; détermination de l'affaiblissement et de l'impédance ; mesure des pertes diélectriques ; expériences sur les phénomènes d'induction et sur les mélanges de conversation.

En réfléchissant sur le nombre et l'importance des travaux énoncés ci-dessus, on comprendra qu'ils n'aient pas tous été achevés. Mais, ils nous ont fourni déjà une base solide et des données précieuses pour en poursuivre la réalisation.

Mon intention n'est pas de parler aujourd'hui de cette activité expérimentale ; nous la réserverons pour plus tard. Je préfère m'étendre sur les résultats d'ordre pratique qu'entre temps l'Administration allemande des Télégraphes a obtenus en télégraphie et téléphonie multiples à haute fréquence.

I. Téléphonie multiple.

Au début de 1919, nous avons déjà essayé d'échanger simultanément trois conversations sur un circuit Berlin-Hanovre (environ 300 km.), dont les conducteurs de bronze avaient un diamètre de 3^{mm}. Ces essais avaient eu lieu réellement dans des conditions pratiques, c'est-à-dire que, dès alors, un abonné quelconque de Berlin pouvait, pour communiquer avec son correspondant de Hanovre, utiliser une des liaisons à haute fréquence, dans la forme habituelle, en passant par le bureau central de chacune des deux villes. Comme chacun sait, entre un essai réussi et l'exploitation pratique, il y a une longue et pénible étape à parcourir ; dans le cas qui nous occupe, il a fallu des mois de travail opiniâtre pour la franchir. On doit obtenir un bon fonctionnement des appareils non seulement en laboratoire, sous le contrôle attentif du physicien ou de l'ingénieur, mais encore lorsque les nécessités du service se

compliquent et sous la conduite d'un personnel peu expérimenté. Leur manœuvre et leur entretien doivent être suffisamment simples pour que le personnel d'exploitation puisse se familiariser rapidement avec l'un et l'autre ; de plus, il faut que les appareils n'exigent qu'un minimum de surveillance ; on doit se proposer, comme but, des appareils qu'il suffira de mettre en circuit à la prise de service et de retirer du circuit à la fin dudit service. C'est ici que la question économique joue un rôle prépondérant. Les salaires du personnel sont aujourd'hui tellement élevés que l'économie est fonction de l'importance du personnel d'exploitation. De plus, il faut envisager de très près les questions relatives aux frais imprévus et à l'usure des installations.

Outre les considérations d'ordre général qui précèdent, il fallait tenir compte, dans ce cas, des remarques suivantes. L'installation à haute fréquence devait être agencée de manière qu'au bureau d'arrivée la liaison à haute fréquence fût servie comme une connexion normale. Notamment, il fallait prévoir la possibilité d'un appel distinct sur chacune des connexions.

Enfin, il était nécessaire d'établir une liaison entre les bureaux de Hanovre et de Berlin fonctionnant à haute fréquence (et cela sans le concours d'un nouveau circuit) pour permettre aux employés desdits bureaux de communiquer immédiatement en cas de besoin, lorsqu'il se produirait des dérangements par exemple. Dans ce dernier cas, le personnel de contrôle devait pouvoir faire rapidement les commutations nécessaires.

Au début d'octobre 1919, les choses étaient assez avancées pour permettre d'ouvrir au service l'installation de téléphonie triplex entre Berlin et Hanovre. Depuis lors, elle fonctionne pendant huit ou dix heures chaque jour ; elle a fait ses preuves en tant que moyen d'exploitation pratique et sûr à tous les points de vue. Suivant l'intensité du trafic, on écoule journellement, sur les trois liaisons, jusqu'à cent vingt conversations de trois minutes (la plupart sont des communications urgentes). La transmission à haute fréquence de la parole dans les deux sens ne laisse rien à désirer ; nous avons calculé l'amplification de façon qu'elle se rapproche de celle qui est adoptée en service normal (à basse fréquence). Ici,

l'amplification correspond à un affaiblissement $\beta l = 1, 3$, c'est-à-dire très bonne audition. Les conversations à haute fréquence sont caractérisées par ce fait qu'elles ne sont pas gênées par les bruits de ligne. En consultant les procès-verbaux, nous avons pu constater que plusieurs fois les connexions téléphoniques ordinaires furent mises hors de service par suite d'une liaison imparfaite du circuit avec la terre, tandis que les installations à haute fréquence continuaient à fonctionner normalement.

Les appareils à haute fréquence se trouvent dans un local spécial (bureau à haute fréquence), absolument distinct du central téléphonique proprement dit. Cette séparation était nécessaire pour permettre l'utilisation des appareils et de la façon de procéder du central téléphonique, sans y apporter le moindre changement dans le cas de la haute fréquence ; mais, d'autre part, elle imposait l'incorporation organique du bureau à haute fréquence dans le système d'exploitation existant. Les installations et couplages ont été imaginés et détaillés par le Directeur des télégraphes Höpfner et par le Secrétaire des télégraphes Fiedler. L'heureuse réalisation de cette installation a contribué dans une large mesure à faire de la téléphonie à haute fréquence un moyen de communication sûr et commode, et a considérablement favorisé sa réalisation pratique. Les appareils à haute fréquence sont placés sous la surveillance d'un agent-manipulant assisté d'une auxiliaire. Une fois montés convenablement, les appareils n'ont que très rarement besoin d'un réglage ; même lorsqu'on passe d'un circuit à un autre, il n'est pas nécessaire de les régler de nouveau. Par suite, on peut confier au personnel chargé de la surveillance un nombre plus élevé d'appareils. Actuellement, nous nous servons toujours des appareils de la Société *Telefunken* qui furent utilisés lors des essais en laboratoire. Leur couplage est celui qui a été préconisé en collaboration avec ladite société. Avec notre générateur d'oscillations à deux lampes de 10 watts, on peut obtenir des ondes comprises entre 200 m. et 20 km., ce qui correspond à des fréquences comprises entre 15.000 et 1 million et demi. Il y a actuellement en service sept de ces générateurs, qui servent aussi bien en téléphonie qu'en télégraphie à haute fréquence. Tous furent construits en leur temps

pour des expériences de laboratoire. Comme on avait besoin d'un plus grand nombre de ces appareils, on construisit des transmetteurs d'essai spéciaux.

Les premiers récepteurs à haute fréquence comprenaient des bobines et des condensateurs séparés. Sept sont encore en service. Puis on construisit d'autres récepteurs d'essai. Pour amplifier la parole, on utilise un amplificateur Siemens couramment employé chez nous.

Mettant à profit l'expérience acquise au cours des essais pratiques, on a imaginé des appareils dont la construction est confiée à la Société *Telefunken*. En présence du résultat favorable des essais de téléphonie triplex entre Berlin et Hanovre, nous nous sommes posé la question de savoir s'il convenait de modifier nos installations d'essais en vue d'écouler un plus grand nombre de communications, ou bien s'il ne serait pas préférable d'expérimenter pratiquement les résultats acquis ; finalement, c'est le second point de vue qui fut adopté. En principe, aucune difficulté ne s'oppose à l'échange simultané de dix communications téléphoniques (ou plus) sur un même circuit ; tout se borne à une question de frais à engager pour effectuer des essais de ce genre. On ne saurait mieux caractériser pareils essais qu'en disant que, en utilisant le fonctionnement à haute fréquence, il ne saurait être question de commencer par écouler toutes les communications sur un conducteur unique. Il faut, au contraire, pour la sécurité même du trafic, répartir autant que possible les communications entre les circuits existants. Notre situation présente ne nous permet pas d'engager des dépenses pour des essais de parade. Nous sommes pressés par les exigences du service, et tous nos efforts doivent tendre seulement à améliorer la situation le plus promptement possible. D'après les résultats acquis nous croyons avoir trouvé, dans la téléphonie multiple à haute fréquence, le moyen de remédier à la crise téléphonique actuelle.

II. Télégraphie multiple.

Techniquement, la télégraphie multiple est, sous plusieurs rapports, plus simple que la téléphonie multiple. Cependant, si

nous ne nous sommes décidés que tardivement à faire passer la télégraphie du domaine des expériences de laboratoire dans le domaine pratique, c'est simplement parce que les besoins, quoique urgents, étaient pourtant moins pressants qu'en téléphonie. D'un côté comme de l'autre, la situation est surtout mauvaise sur les lignes importantes. C'est pour ce motif, que nous avons décidé d'effectuer un premier essai pratique sur la ligne très chargée qui relie Berlin à Francfort-sur-le-Main (600 km. environ). Sur les circuits importants, le trafic télégraphique est formidable ; on ne peut y faire face qu'au moyen d'appareils rapides, de l'appareil Siemens principalement, qui fonctionne à double courant : le courant négatif sert à la transmission des signaux ; le courant positif est un courant de repos. Dans le cas du service à haute fréquence, nous n'envoyons pas sur la ligne les émissions positives et négatives du transmetteur Siemens ; nous les faisons agir sur un relais qui, suivant la cadence des signaux, relie à la ligne l'émetteur à haute fréquence. A l'autre extrémité de la ligne, les courants de haute fréquence sont amplifiés et actionnent un relais électronique qui transmet au récepteur Siemens, soit les courants de travail (négatifs) soit les courants de repos (positifs). L'amplification des courants de haute fréquence peut être simple ou bien s'effectuer au moyen d'hétérodynes, de circuits d'audions et d'amplificateurs à basse fréquence. Nous avons employé les deux procédés avec succès.

Au mois de décembre 1919, on a institué un deuxième service à haute fréquence sur une ligne téléphonique entre Berlin et Francfort-sur-le-Main ; depuis les premiers jours de janvier, il contribue au développement du trafic télégraphique. Il fonctionne chaque jour pendant huit ou neuf heures et, suivant la densité du trafic, il permet d'écouler jusqu'à 2.000 télégrammes, c'est-à-dire environ 30 % du trafic total entre Berlin et Francfort.

Les appareils Siemens eux-mêmes sont placés au central télégraphique dans la salle de manipulation ; les transmetteurs et récepteurs à haute fréquence sont installés dans une salle spéciale. Dans Berlin, les courants à haute fréquence parcourent d'abord un câble téléphonique ordinaire d'un kilomètre (les brins ont un diamètre de

0^{mm} 8) jusqu'au central téléphonique ; de là, ils passent sur le circuit interurbain allant vers Francfort. Ce circuit continue à être employé pour l'échange des communications téléphoniques dans la forme ordinaire ; les abonnés ne s'aperçoivent nullement que la ligne sert simultanément à la télégraphie multiple.

Après avoir constaté que l'installation ci-dessus permettait d'obtenir un service satisfaisant et sûr, nous entreprîmes d'en faire un système de télégraphie sextuple. Cette tentative fut également couronnée de succès ; c'est pourquoi nous avons, depuis trois semaines environ, sur une ligne en fils de bronze de 4 mm. qui relie Berlin à Francfort, la liaison téléphonique ordinaire et en plus six liaisons télégraphiques ordinaires qui toutes fonctionnent avec des appareils télégraphiques rapides. Ces six connexions permettent d'écouler facilement 4.000 signaux par minute, ce qui représente, pour une durée de fonctionnement de huit heures, un rendement quotidien de seize mille télégrammes de dix mots comprenant en moyenne six caractères ; on remarquera qu'en réalité la moitié seulement du temps est consacrée à la transmission des télégrammes.

Nous devons également les brillants résultats atteints en télégraphie multiple à haute fréquence à la collaboration de la société *Telefunken*, qui a construit les appareils d'essais et les appareils définitifs. Les générateurs d'oscillations sont du même genre que ceux qui sont employés en téléphonie à haute fréquence.

Pour finir, je dirai quelques mots d'une nouvelle installation que les *Deutschen Telephonwerken* viennent d'expérimenter pratiquement ces temps derniers. Il s'agit d'une installation duplex de télégraphie à haute fréquence au moyen d'appareils Hughes sur un circuit Berlin-Magdebourg, long de 150 km. environ. On utilise une ligne dont les conducteurs en bronze ont un diamètre de 4 mm. ou bien un combiné entre conducteurs de 3 mm. ; cette ligne sert simultanément à l'échange des conversations téléphoniques au moyen des installations existantes. Jusqu'ici, cette installation a fonctionné de façon tout à fait satisfaisante.

L'expérience acquise et les résultats favorables obtenus grâce à l'utilisation pratique de la haute fréquence en téléphonie aussi bien

qu'en télégraphie, nous permettent l'espoir de voir le nouveau système contribuer pour une large part à rendre aux services téléphonique et télégraphique leur ancienne prospérité.

Expériences faites pour l'amélioration du service téléphonique (Hugo Münsterberg, *Psychology and industrial efficiency*, chap. X). — Nous nous proposons de démontrer la possibilité de recourir aux expériences psychologiques pour choisir des postulants aptes à certains emplois, même dans les cas qui ne présentent aucune fonction intellectuelle caractéristique, mais au contraire qui supposent la mise en œuvre d'un grand nombre d'activités intellectuelles relativement indépendantes. A titre d'exemple, j'ai choisi le travail effectué au standard par les téléphonistes.

Une étude des facteurs psychologiques qui interviennent dans ce travail est très intéressante au point de vue de l'amélioration du service. L'abonné au téléphone se préoccupe peu d'examiner combien de manœuvres il faut effectuer au central téléphonique avant que la connexion soit établie puis finalement interrompue. Entre le moment où le demandeur décroche son récepteur et celui où la communication est terminée, on compte, dans un cas type, quatorze processus psychologiques distincts, et ceci en admettant que la téléphoniste ait bien compris le nom du central et le numéro à demander. Les compagnies ont fréquemment reconnu que les demandes ne peuvent pas être servies d'une manière satisfaisante lorsque l'employée doit en écouler 225 en une heure. Les statistiques officielles montrent que ce nombre est très souvent dépassé (1), et qu'aux heures d'encombrement il peut même dépasser 300. De plus, à certains moments chargés, il arrive qu'on atteigne un total de 10 appels par minute. En temps normal, le travail est réparti entre le personnel de façon que chaque téléphoniste donne 150 communications à l'heure et que ce nombre ne soit considérablement dépassé dans la matinée et la soirée que pendant une heure seulement. Seules une habile répartition des pauses, l'instal-

(1) *Investigation of Telephone Companies : Bureau of Labor* (Washington, Government Printing Office, 1910).

lation de salles de repos confortables, combinées à des conditions hygiéniques généralement excellentes, peuvent permettre à un personnel entraîné d'exécuter sans fatigue excessive un travail pareil pendant 8 ou 9 heures chaque jour. D'autre part, il est tout naturel que la tension nerveuse exigée par un travail aussi rapide et délicat (où le fait de trouver rapidement le jack voulu est à lui seul une opération essentielle et difficile), ne puisse être supportée que par un petit nombre de personnes. L'inaptitude à tenir l'attention en éveil pendant un temps aussi long (ou à accomplir des mouvements aussi rapides, ou à se souvenir des numéros demandés), ne détermine pas des accidents terribles comme ceux qui peuvent être causés par un conducteur incapable, mais elle occasionne une fatigue excessive et entraîne finalement des troubles nerveux chez les employées et une perturbation des services. Le résultat est que la compagnie se voit continuellement obligée à congédier un grand nombre des téléphonistes admises dans les cadres et qui ont passé plusieurs mois à suivre l'enseignement de l'école d'apprentissage. Comme la seule compagnie téléphonique Bell emploie 16.000 téléphonistes, on voit que le système est coûteux ; de plus, il réagit sur la santé du personnel aussi bien que sur la patience des abonnés. Mais par-dessus tout, il s'attaque aux intérêts économiques de la compagnie, puisque toute employée qui satisfait, à son entrée, aux conditions d'acuité visuelle et auditive, d'instruction et d'aptitude physique, reçoit un traitement pendant tout le temps qu'elle suit les cours de l'école. Comme pendant le premier semestre (au cours duquel les employées nouvelles travaillent encore sous la direction d'une surveillante), plus d'un tiers démissionnent, tantôt pour des raisons d'incapacité ou d'inaptitude, tantôt pour des raisons de surmenage ou autres semblables, on voit qu'au point de vue économique, c'est pour la compagnie un gros inconvénient. Les postulantes sont payées pendant leurs mois d'études ; elles gaspillent leur temps et leur énergie en effectuant un genre de travail qui ne leur sera d'aucune utilité dans n'importe quelle autre activité économique. Dans ces conditions, il n'est pas surprenant qu'une compagnie municipale soit venue me demander si je ne verrais pas d'intérêt, en me plaçant sur le terrain scientifique, à examiner jusqu'à

quel point il serait possible de déterminer expérimentalement les aptitudes intellectuelles des employés.

Après avoir étudié soigneusement le service au bureau central pendant un certain temps, j'arrivai à me convaincre qu'il ne conviendrait pas, en pareil cas, de reproduire la manœuvre exécutée au standard, mais qu'il vaudrait mieux la décomposer en ses éléments et entreprendre l'étude expérimentale de toute une série d'opérations mentales élémentaires. Chacune de celles-ci peut alors être examinée d'après les méthodes de laboratoire bien connues sans qu'on donne aux expériences aucun rapport direct avec l'opération téléphonique caractéristique elle-même. J'effectuai la première série d'expériences avec environ 30 demoiselles qui peu de temps auparavant étaient entrées à l'école d'apprentissage où on ne les admet qu'entre 17 et 23 ans. Je les examinai par rapport à huit fonctions psychophysiques différentes, et en faisant abstraction de toutes mesures ou exercices ayant un caractère tant soit peu anthropométrique, comme par exemple la longueur des doigts, la rapidité de la respiration, la fréquence du pouls, l'acuité visuelle et auditive, la netteté de la prononciation, etc... Un certain nombre d'expériences psychologiques furent individuelles ; la plupart eurent lieu avec la classe tout entière.

Ces expériences collectives avaient trait à la mémoire, à l'attention, à l'intelligence, à la précision et à la célérité. Je décrirai les expériences en peu de mots. L'épreuve de mémoire consistait à lire à toute la classe, d'abord deux nombres de 4 chiffres, puis deux de 5 chiffres, deux de 6 chiffres et ainsi de suite jusqu'à des groupes de 12 chiffres, et à demander de les écrire aussitôt que le signal en serait donné. L'épreuve d'attention — qui me paraissait offrir une importance capitale dans le cas des téléphonistes — avait lieu suivant une méthode dont le principe a été souvent appliqué en psychologie expérimentale des différences individuelles et que j'avais adaptée au cas spécial qui m'occupait. Le système consiste à faire barrer une même lettre dans un texte suivi. Chacune des trente demoiselles recevait la première page d'un même journal du matin. J'attirais leur attention sur le fait que c'était le journal du jour, dans le but de susciter des distractions. Aussitôt le signal donné,

chaque demoiselle devait pendant 6 minutes barrer au crayon toutes les lettres « a » du texte. Après un moment, j'agitais une clochette et il leur fallait continuer l'opération dans une nouvelle colonne. Nous avons pu ainsi savoir : 1° combien de lettres avaient été biffées correctement pendant les 6 minutes ; 2° combien de lettres avaient été oubliées, et 3° comment les annulations et les omissions étaient réparties dans les diverses parties du texte. Cette triple constatation donna lieu à des différences appréciables. Certaines demoiselles avaient biffé un certain nombre de lettres, mais en avaient oublié beaucoup ; d'autres n'en avaient oublié que quelques-unes, mais avaient procédé avec lenteur, de sorte que le nombre total des lettres biffées était insignifiant. De plus, je constatai qu'en commençant certaines n'avaient fait qu'un piètre travail, mais qu'elles avaient, peu après, atteint un point où leur attention restait soutenue ; d'autres, au contraire, avaient un heureux début, puis leur attention s'était relâchée, le nombre des lettres biffées diminuait tandis que celui des lettres oubliées allait croissant. On pouvait étudier en détail les variations du degré d'attention, les défauts et les meilleurs moments.

La troisième expérience collective se rapportait à l'intelligence. Si nous discussions du moyen de mesurer l'intelligence en général, nous serions conduits à des controverses non encore terminées. C'est un chapitre de la psychologie des essais, qui a été plus soigneusement fouillé que tout autre, spécialement dans le domaine de la pédagogie et à un certain degré aussi dans le domaine de la médecine. On a souvent discuté sur le point de savoir si nous avons un droit quelconque à parler d'un facteur général central d'intelligence et si cette activité, apparemment unifiée, ne devait pas être résolue en une série de processus purement élémentaires. Les plus récentes recherches pédagogiques, toutefois, se prononcent en faveur du point de vue suivant : à côté de tous les processus spéciaux, ou mieux au-dessus d'eux, il faut bien reconnaître l'existence d'une aptitude qu'on ne peut plus subdiviser et grâce à laquelle l'individu règle son savoir, ses expériences et ses dispositions suivant les buts variables de la vie. La classification des élèves d'une classe exprime, en général, cette différenciation de l'intelligence ; et tandis

que la différence d'habileté ou de pure mémoire et d'autres facultés secondaires de ce genre peuvent parfois intervenir, il n'est somme toute pas difficile à un maître observateur de classer ses élèves qu'il connaît bien, d'après leur intelligence générale. Les expériences psychologiques poursuivies dans une classe ont montré que cette qualité peut être évaluée en mesurant quelques activités intellectuelles simples. La meilleure méthode serait celle qui permettrait à l'expérimentateur, sur la donnée d'une expérience unique, de classer les individus dans le même ordre qui ressort des tableaux du maître d'école. Parmi les systèmes préconisés dans ce but, les chiffres montrent que la méthode la plus sûre est la suivante ; ses résultats montrent une parfaite concordance entre la classification basée sur les expériences et celle des professeurs (1). L'expérience consiste à lire aux élèves une longue série de paires de mots, les deux mots constitutifs d'une paire se complétant logiquement. Quand on lit aux élèves un mot de chaque groupe, ils doivent écrire le mot associé au premier. Ceci n'est pas une simple expérience de mémoire. Les essais ont démontré que si, au lieu de mots groupés logiquement, on se servait de mots assemblés au hasard, personne ne pouvait retenir une longue série de paires, tandis que dans le cas de mots offrant un sens complet, les élèves les plus intelligents se souviennent parfaitement de toute la série. Cette méthode avait produit en classe de si bons résultats que j'ai décidé de l'appliquer au cas qui m'occupait. Pour une expérience, je choisis 24 paires de mots appartenant au vocabulaire administratif des demoiselles à étudier. Deux autres expériences collectives étaient plutôt du domaine de la psychologie. Je mesurai la précision du sens des distances en faisant diviser une feuille entière en deux parties égales (à l'aide d'un crayon), d'abord dans le sens de la longueur. Enfin, pour mesurer la rapidité des mouvements, je demandai à chacune des demoiselles de tracer au crayon des zigzags d'une dimension déterminée pendant 10 secondes au commandement.

Après avoir effectué ces expériences collectives, je revins à des

(1) RIES, Beiträge zur Methodik der Intelligenzprüfung (*Zeitschrift für Psychologie*, 1910, vol. 36).

essais individuels. Tout d'abord, chaque demoiselle avait 48 cartes à répartir en 4 tas aussi rapidement que possible. Le temps était compté en cinquièmes de seconde. Le deuxième essai, relatif à la précision des mouvements, consistait à atteindre avec la pointe d'un crayon trois parties différentes de la table, en suivant la cadence d'un métronome. A chacun des trois endroits se trouvait une feuille de papier portant, au centre, une petite croix. Le crayon devait frapper la croix ; les marques relevées sur le papier indiquaient de combien la touche s'écartait du but. Pour effectuer un de ces mouvements, il fallait étendre le bras de toute sa longueur ; les deux autres s'effectuaient en pliant à moitié le bras. J'avais imaginé ce dernier essai parce qu'il est très important au téléphone d'atteindre correctement les jacks du standard. La dernière expérience individuelle consistait en un essai d'association d'idées. J'énonçais six mots quelconques (livre, maison, pluie, par exemple), les dames devaient répéter le premier mot qui se présentait à leur esprit. Je mesurais le temps en cinquièmes de seconde seulement, des expériences plus délicates au centième de seconde n'étant pas nécessaires.

En ce qui concerne les expériences de mémoire, nous avons reconnu en commentant les résultats qu'il ne servait à rien de faire usage de nombres comprenant plus de 10 chiffres. Nous nous contentâmes des résultats obtenus avec des nombres de 8, 9 et 10 chiffres. Il y avait 54 chances d'erreur. Le plus petit nombre d'erreurs réelles fut de 2, le plus important de 29. L'expérience sur l'attention, qui consistait à biffer une même lettre a donné les résultats suivants : minimum de lettres biffées en 6 minutes : 107 ; maximum : 272 ; le plus petit nombre de lettres oubliées fut de 2, le plus grand de 135 ; mais ce dernier cas de manque d'attention vraiment anormal resta absolument isolé. Dans l'ensemble, le nombre de lettres oubliées variait entre 5 et 60. En comparant les deux résultats, nous voyons que les meilleures épreuves donnaient : 236 lettres signalées et deux omises seulement ; et 257 signalées avec 4 oubliées. Nous n'avons pas consigné sur notre tableau final les détails très intéressants relatifs aux différentes catégories d'attention que nous avons constatés dans la répartition des erreurs commises après les 6 minutes. Les expériences qui nous permirent

Ann. des P., T. et T., 1920-IV (9^e année).

de reconnaître le degré d'intelligence nous prouvèrent que personne ne pouvait répéter plus de 22 ou 24 mots. Le plus petit nombre de mots retenus s'élevait à 7. Les erreurs d'évaluation des distances variaient entre 1 et 14 millimètres ; le temps nécessaire au tri des 48 cartes oscillait entre 35 et 58 secondes ; le temps nécessaire au regroupement des 6 mots associés variait entre 9 et 21 secondes. Nous ne pûmes faire état des expériences de précision des mouvements pour les premières séries, car nous avons constaté qu'un nombre relativement élevé de demoiselles étaient incapables d'exécuter ces mouvements avec la rapidité voulue.

Il existait plusieurs moyens d'utiliser mathématiquement ces résultats. Je donnai la préférence au plus simple. Je calculai le rang qui revenait à chaque demoiselle pour chacune des épreuves. Une même candidate qui était classée 7^e à l'examen de mémoire, passait au 15^e rang pour le nombre des lettres biffées, au 3^e rang pour celui des lettres oubliées, au 21^e rang pour le nombre de paires de mots retenues, au 11^e rang pour l'évaluation des distances, au 16^e rang par rapport au temps d'association et au 6^e rang pour la durée consacrée au tri des cartes. Une fois en possession de ces classifications indépendantes, nous faisons la moyenne et nous obtenions ainsi finalement un classement général. Il est bien évident que cette façon de procéder renferme des sources d'erreur surtout en raison de ce que nous attribuons une même valeur à chacun des résultats. Il serait préférable par exemple d'attribuer une plus grande valeur à l'expérience d'attention ou à celle de l'intelligence. On pourrait par exemple multiplier par 2 ou par 3 les résultats de certaines épreuves, ce qui permettrait au rang supérieur ou inférieur acquis par une intéressée pour telle fonction particulière, d'exercer une plus grande influence sur le résultat final. Mais pour cette première tentative, je me bornerai à adopter un système uniforme le plus simple possible en vue d'exclure tout arbitraire, et par suite, j'envisagerai la simple moyenne de tous les classements comme l'expression du résultat expérimental.

Trois mois après, nous comparâmes les résultats pratiques obtenus par la compagnie avec la liste du classement par moyenne. Ces trois mois avaient été suffisants pour établir au moins une distinc-

tion certaine entre les meilleures employées, celles de valeur moyenne et les inaptes. Dans l'ensemble, le résultat de cette comparaison fut satisfaisant. Tout d'abord, la compagnie sceptique avait mêlé aux débutantes un certain nombre d'employées anciennes, dont plusieurs avaient été choisies comme instructrices de l'école d'apprentissage. Au moment de publier mes résultats, je ne savais pas lesquelles des participantes étaient les « outsiders » particulièrement douées. Si les expériences psychologiques avaient classé dans les derniers rangs ces personnes si haut placées dans l'estime de la Compagnie téléphonique, un coup fatal aurait été porté à la confiance en la méthode du laboratoire. Mais au contraire, les résultats montrèrent que les téléphonistes qui avaient été reconnues le plus capables en service courant, se trouvaient placées en tête de notre liste. De même, celles qui occupaient les derniers rangs de notre liste psychologique avaient entre temps été reconnues impropres au service et avaient quitté la compagnie de leur propre mouvement, ou bien avaient été renvoyées. Assurément, la concordance n'était pas parfaite. Une des employées figurait très bas sur la liste psychologique alors que le bureau certifiait que jusque là elle avait assuré un très bon service et deux autres à qui le laboratoire avait délivré un bon témoignage étaient considérées au central téléphonique comme simplement suffisantes.

Mais il est évident qu'il se serait produit des divergences même avec une méthode plus voisine de l'idéal, parce que d'une part, après seulement trois mois de service réel on ne saurait attendre un résultat définitif et que, d'autre part, un grand nombre de facteurs secondaires peuvent intervenir qui projettent une ombre sur la simple question d'aptitude psychologique. Une santé médiocre, par exemple, peut empêcher le plus apte d'exécuter convenablement un travail, alors qu'une adresse et une énergie remarquables peuvent seconder heureusement pendant un certain temps quelqu'un de moins habile, mais non sans occasionner un épuisement dangereux. Les légères divergences constatées entre les résultats psychologiques et les appréciations pratiques, ne signifient donc rien quant à l'importance d'une pareille méthode. D'autre part, j'insiste sur le fait que les premières expériences n'étaient qu'un début, et on ne

saurait demander à des tentatives de ce genre de révéler du premier coup les méthodes les meilleures et les mieux appropriées. Il est certain que la poursuite de ces travaux conduira à de meilleures combinaisons des expériences et à des systèmes mieux au point. Il serait à souhaiter que de semblables études fussent entreprises en différents lieux, suivant des méthodes différentes afin qu'on se rapproche de la solution d'un problème qui, au point de vue économique, présente une grande importance pour le public et pour plusieurs milliers d'employées. Dès que les méthodes auront atteint un degré réel de perfection, il ne semblera pas impossible qu'après une expérience de quelques minutes seulement, on puisse éviter aux candidates de longs mois d'études et d'exercices qui sont complètement perdus. Quant à nous, l'analyse détaillée de ce cas particulier n'est pas une indication d'avoir à appliquer aujourd'hui dans tous les bureaux téléphoniques du pays le système spécial dont nous nous sommes servi ; cette analyse n'est qu'une illustration simple et claire d'une méthode avec laquelle on mesure non pas le travail spécifique même, mais le rendement industriel de l'individu, ce rendement étant décomposé en une longue série de fonctions parallèles dont chacune est étudiée isolément. L'aide expérimentale que le laboratoire doit fournir en pareils cas n'est pas un projet d'invention récente (tel que celui dont nous avons besoin dans le cas du conducteur de tram), mais simplement les méthodes bien connues sous le nom d'épreuves intellectuelles.

On a beaucoup discuté dans les milieux psychologiques sur les expériences de cette nature qui permettent de mesurer approximativement les fonctions intellectuelles isolées, grâce à un examen court et rapide. Pendant longtemps les savants accomplis hésitèrent beaucoup à accepter un pareil système, superficiel en apparence, lorsqu'on en proposa l'emploi spécialement dans l'intérêt pédagogique de l'enseignement. Il fut un temps où les efforts scientifiques étaient consacrés exclusivement aux problèmes généraux de l'esprit humain et où l'on faisait peu de cas des différences individuelles. En outre, les questions de psychologie appliquée semblaient encore si lointaines que le vrai savant tirait instinctivement ses modèles des méthodes de la recherche purement théorique. On ne saurait

nier que, considérés sous cet angle, les essais fussent insuffisants pour nous fournir une analyse scientifique complète de la personnalité dans sa structure intime. Les théoriciens savaient trop bien que si les réactions, ou les associations d'idées, ou les souvenirs, ou les tendances de l'attention, ou les émotions d'un individu étaient réellement mesurés avec cette précision scientifique qui est l'idéal de la recherche, il faudrait pour cela de longs mois et qu'on ne saurait fonder grand espoir sur des expériences exécutées en une demi-heure. Mais cette réserve quelque peu hautaine qui était fondée, il y a vingt ans, est aujourd'hui démodée et dénuée de sens. D'une part, les méthodes mêmes ont été multipliées ; pour chaque fonction intellectuelle (mémoire, attention, etc.), nous avons à notre disposition des douzaines d'épreuves parfaitement étudiées et qui sont adaptées aux dernières ramifications des fonctions (1). D'autre part, l'intérêt porté aux différences individuelles et à la psychologie appliquée n'a fait que croître sans cesse, et par là même, on a mieux compris la signification réelle des expériences. En réalité, leur valeur vient exclusivement de leurs rapports avec les problèmes pratiques. Lorsqu'il s'agit de répondre à des questions théoriques ou d'entreprendre des études scientifiques relatives aux lois et variations de l'esprit, les longues séries d'expériences de laboratoire exécutées avec patience et grand soin deviennent indispensables et ne sauraient être remplacées par les méthodes sommaires des épreuves. Mais lorsqu'on se trouve en présence de travaux pratiques de pédagogie, de jurisprudence, de médecine ou spécialement de commerce et d'industrie, la méthode des essais devrait être souveraine. Si le but est de découvrir les contours de l'individualité intellectuelle pour un travail pratique spécial, elle peut être adaptée aux situations spéciales et réussir parfaitement.

Le seul inconvénient de la méthode est sa facilité d'application. Un projet qui présuppose des opérations compliquées arrête le profane et ne peut être utilisé que par ceux qui sont très au courant.

(1) Pour l'étude d'un grand nombre d'expériences de ce genre et la bibliographie, comparez *Manuel of mental and physical Tests*, par G. M. Whipple (Baltimore, 1911).

De plus, l'amateur ne penserait pas à construire et à adapter lui-même semblable instrument. Mais lorsqu'il suffit d'employer des mots ou des nombres, des syllabes ou des images, ou bien des journaux (comme dans les expériences décrites plus haut), n'importe qui se sentira autorisé à appliquer le système ou à le remplacer par un autre meilleur en apparence, selon sa propre fantaisie. Aujourd'hui, la multiplicité des procédés proposés est, par suite, énorme. On a actuellement surtout besoin de mettre de l'ordre dans ce chaos de propositions et de définir les normes et les modèles pour certaines épreuves capitales, plutôt que d'augmenter simplement le nombre des variantes.

Toutefois, le véritable danger réside dans le fait que ceux qui n'ont pas l'habitude des recherches psychologiques en laboratoire, font facilement fausse route. Ils s'imaginent que semblable expérience peut être effectuée machinalement sans une étude minutieuse de toutes les conditions et circonstances y associées. De là, l'introduction d'une réelle maladresse dans la façon de procéder, qui n'est pas du tout inspirée par la méthode elle-même. Le profane en psychologie, reconnaît trop rarement que plusieurs fonctions psychiques, différentes de celle qui l'intéresse pour le moment, peuvent jouer un rôle important dans le résultat de l'expérience. Le savant rompu aux études en laboratoire tient compte presque machinalement de toutes ces influences secondaires. Par exemple, si ses études portent sur le processus de la mémoire, il examinera en même temps soigneusement la situation spéciale qui résulte de la disposition émotive du sujet, de son attention, de son expérience ancienne, de son intelligence, de son état physiologique et de tant d'autres facteurs qui peuvent exercer une influence indirecte même dans l'expérience de mémoire la plus simple. D'où il résulte que ces expériences devraient être entreprises seulement par ceux-mêmes qui sont parfaitement familiarisés avec la recherche psychologique et qui s'y sont déjà exercés. De plus, ceux-là seuls peuvent décider de la forme particulière que devrait revêtir telle expérience dans une situation pratique déterminée. C'est eux qu'il faudra laisser décider par exemple dans quels cas la fonction intellectuelle offrant une importance économique devra être étudiée après avoir été

décomposée en ses éléments constitutifs et dans quels autres cas elle devra être examinée dans son unité caractéristique.

Le Chef de Central téléphonique : ses devoirs (*Telephony*, septembre 1920). — Le premier devoir d'un directeur de central téléphonique est d'augmenter les revenus de sa compagnie à l'intérieur de la circonscription qu'il dessert. Il n'a qu'une seule chose à vendre : le service téléphonique. Il doit se rendre compte qu'un accroissement des revenus ne peut se produire que grâce à un emploi plus fréquent des lignes interurbaines et des postes téléphoniques. C'est à cette caractéristique qu'on reconnaîtra que la compagnie peut être mise au rang des entreprises prospères.

Il est clair que, si le chef du central téléphonique n'augmente pas le nombre des lignes et des postes, les revenus de la compagnie resteront stationnaires — ce qui équivaudra à une perte — à moins qu'un relèvement général des tarifs ne soit accordé à chaque compagnie par les autorités législatives des divers États, pour répondre à la situation anormale actuelle.

Un chef de central téléphonique devra bien faire comprendre à son personnel que, en se plaçant au point de vue des bénéfices, la ligne interurbaine est la partie la plus importante des installations que la compagnie fournisse et que c'est intentionnellement que les tarifs interurbains sont modérés. Peu importe le nombre des postes nouveaux avec lesquels un abonné peut correspondre ; le trafic se trouve forcément limité aux lignes interurbaines placées à sa disposition.

En même temps qu'il augmente sensiblement le nombre des lignes et des postes, le chef de central téléphonique doit prendre des mesures énergiques (en évitant cependant tout froissement) pour percevoir les sommes dues par les abonnés en raison des services rendus. Les sommes non recouvrées doivent être l'exception, ce qui empêche finalement des pertes de se produire par oubli dans les écritures.

Toutes les fois qu'un chef de central téléphonique aura reconnu qu'un abonné qui se sert fréquemment du téléphone est régulièrement défaillant quand il s'agit de payer les sommes dues, il sera de

son devoir de rendre visite à cet abonné (personnellement si besoin est), d'entretenir avec lui des relations fréquentes, de lui expliquer en détail les méthodes de perception de la Compagnie, et de solliciter la collaboration de l'abonné lui-même pour obtenir le règlement de son compte dans le courant du mois de l'échéance.

Les annonces publiées dans l'Annuaire téléphonique aident à couvrir les frais de publication des annuaires urbains; le chef de central téléphonique devra veiller à ce qu'on réserve suffisamment de place aux annonces payantes pour réduire d'autant les frais occasionnés par cette publication.

Le chef de central téléphonique doit étudier et analyser soigneusement les extensions possibles, qui pourront raisonnablement se produire dans sa circonscription, au double point de vue de la nature du développement et de l'endroit où il est susceptible de se produire. En possession de ces renseignements, il préparera des estimations détaillées qui serviront de base aux divers départements de la compagnie pour calculer l'équipement maximum ou minimum à prévoir et qui leur permettront de satisfaire aux demandes du public à n'importe quel moment voulu.

Il ne doit pas craindre d'exposer ses idées à ses supérieurs, mais, bien entendu, il doit être prêt à défendre ses propositions et à les appuyer de raisons plausibles. Il ne devra pas se décourager si ses propositions ne sont pas retenues, et il ne devra pas craindre d'en formuler de nouvelles. Pour élargir sa manière de voir et se perfectionner dans ses fonctions, il visitera les autres bureaux centraux téléphoniques et saura profiter de l'expérience d'autrui d'après ce qu'il aura vu et appris.

Le chef de central doit être plus ou moins entreprenant mais jamais indiscret. Il doit avoir de l'initiative, savoir se mêler à la société, mais en sachant à qui, quand et où, il doit se présenter, de façon que, si une plainte, fondée ou non, s'élève contre la compagnie, il soit le premier à qui on expose immédiatement l'affaire; il évitera de cette façon que des réclamations écrites ou verbales parviennent directement à ses supérieurs ou à la commission des services publics de son État.

Le chef de central téléphonique est tenu de veiller au bon entre-

lien du matériel de la compagnie, aux réparations, et d'attirer l'attention du personnel intéressé sur toute faute ou négligence manifeste car il est de son devoir de sauvegarder en tout temps les intérêts de toute la compagnie.

Le chef de central insistera pour que ses subordonnés traitent toujours avec courtoisie non seulement les abonnés, mais encore tous les employés, toutes les personnes à qui ils peuvent avoir affaire. Il devra s'assurer personnellement que chaque téléphoniste assure au moins sa part du service avec compétence et dans un esprit absolument commercial.

Il doit tenir compte du rendement de chaque employée. Il ne doit pas se contenter d'avoir un excellent personnel dirigeant mais doit être à même de découvrir les non-valeurs et de s'en défaire, quitte à les remplacer par tel type d'employé qui pourra faire plus tard un excellent chef, car c'est sur la force de son organisation que repose sa propre chance de voir sa gestion devenir prospère, ce qui lui permettra de prétendre à des avancements ultérieurs.

Le chef de central doit avoir des habitudes régulières et servir ainsi d'exemple à ses subordonnés. Ceci ne signifie pas qu'il sera toujours le premier arrivé au bureau et le dernier à en partir, mais il faut que les choses se passent ainsi au moins trois fois par semaine, afin qu'il s'assure en personne si le travail s'effectue convenablement depuis l'ouverture jusqu'à la clôture; il devra en outre être prêt, en cas de besoin, à demeurer à son bureau 24 heures par jour s'il est nécessaire.

Le chef de central devra suivre les règlements tels qu'on les trouve consignés dans les diverses instructions qui paraissent de temps en temps et veiller à ce que les prescriptions qu'elles renferment soient suivies. Si, à son avis, les instructions ne semblent pas s'appliquer à tel cas en litige, et s'il croit qu'il peut perfectionner la méthode à employer, il est de son devoir de donner l'approbation nécessaire répondant à la situation, en exposant brièvement et clairement les motifs de sa décision. Une approbation non motivée n'a aucune valeur. S'il connaît parfaitement la routine du métier, le chef de central sera capable de découvrir les fausses manœuvres de ses subordonnés et de surveiller le travail qu'ils exécutent.

Un chef de central actif collaborera avec les divers services auxquels il aura affaire, sachant « quel est son homme » dans chacun d'eux, et il signalera les questions intéressantes à ses collègues attachés à ces services. Le chef de central doit être familiarisé avec la situation générale des installations téléphoniques de son district et pouvoir en discuter d'une manière intelligente; il saura si les tableaux de distribution du central téléphonique sont congestionnés et la date approximative à laquelle on pourra remédier à cette situation; de même, pour les installations extérieures et pour les câbles.

Il est du devoir du chef de central de veiller à ce que l'aspect général de son bureau soit celui d'un bureau modèle; à ce qu'en tout temps les tables soient nettes de débris de papier, spécialement après les heures de service. Les dossiers et les archives seront dûment étiquetés et les registres convenablement enliassés. Ces documents seront détruits conformément aux instructions. Les lettres et notes devront être classées immédiatement et avec méthode.

Le chef de central doit s'assurer qu'on répond rapidement, avec intelligence et courtoisie à toutes les correspondances, soit par lettre, soit par téléphone; que l'on consigne sur la correspondance même la suite donnée ou qu'on y joint une copie de la réponse sur papier carbone. Tous les rendez-vous doivent, autant que possible, avoir lieu aux heures dites; toutes les promesses doivent être tenues à la lettre; dans les cas d'oubli ou de négligence, il conviendra de faire des excuses.

Toutes les lettres et quittances doivent être dûment cachetées et porter une adresse correcte lorsqu'elles quittent le bureau du chef. Celui-ci ne doit pas s'en rapporter exclusivement au personnel; il doit s'intéresser suffisamment à cette branche du service pour s'assurer lui-même de sa parfaite exécution. Une lettre pliée sans soin est une triste réclame pour n'importe quel bureau téléphonique.

Le chef de central doit aller au devant des questions embarrassantes et prévenir les réclamations. Il y parviendra en restant en contact avec son personnel et le public; lorsqu'il aura connaissance du mécontentement d'un abonné, il se renseignera sur les faits

et, si la chose est nécessaire, il ira trouver le plaignant et lui expliquera en détail le bien-fondé des règlements de la compagnie dans ce cas particulier.

Le chef de central doit être capable de rédiger un rapport complet, précis, intelligible, comportant une conclusion; il doit se garder de recourir à des arguments faibles; il doit toujours se mettre à la place de la personne à qui le rapport est adressé en se disant que, si lui-même est parfaitement au courant des détails de l'affaire, il est essentiel que cette personne puisse s'en faire, elle aussi, une idée exacte afin qu'une solution convenable intervienne. Lorsqu'on peut illustrer le rapport au moyen de cartes, de tableaux ou de schémas, on permet au lecteur de se représenter sous une forme saisissante tout ce que le chef de central téléphonique a décrit en se servant de mots.

Câble téléphonique de Prusse orientale (*T. F. T.*, août 1920). — Depuis le 4 août, la province de Prusse orientale, séparée géographiquement de l'Allemagne par le traité de Versailles, est de nouveau reliée directement au réseau allemand par un câble sous-marin télégraphique et téléphonique qui échappe à tout contrôle étranger et qui réunit Leba (côte de Poméranie) à Tenkitten (côte de Prusse orientale).

Le câble, d'une longueur de 170 kilomètres, a été construit par la maison Felten et Guillaume de Köln-Mülheim, et posé par les « Norddeutschen Seekabelwerke ». Il se compose de 6 circuits téléphoniques combinables à deux conducteurs et de 3 fils télégraphiques. Le câblage de chaque paire combinable a été réalisé de façon à ce que les plans des deux circuits bifilaires soient perpendiculaires l'un à l'autre. Les conducteurs téléphoniques sont constitués chacun par un toron formé d'un fil de cuivre de 1 mm. 45 et de deux fils plats en cuivre de 2 mm. 70 sur 0 mm. 35; les conducteurs télégraphiques sont constitués chacun par un toron de 3 fils de cuivre d'un diamètre de 0 mm. 9. Chaque toron téléphonique ainsi constitué est entouré d'une double couche de fil de fer recuit de 0 mm. 2 et d'une triple couche de papier, lesquelles lui donnent un diamètre total de 4 mm. 4. Chaque groupe de 4 conducteurs ainsi constitué forme un toron qu'on a entouré finalement d'un ruban de papier.

Chaque toron formant un conducteur télégraphique est entouré de papier jusqu'à ce qu'il atteigne un diamètre de 5 mm. 2. L'âme du câble est formée de façon que les groupes des combinés, toronnés et entourés d'un ruban de papier puis d'un ruban de mousseline, constituent un tout d'un diamètre d'environ 23 mm. 5.

Autour de l'âme, on a enroulé deux fils d'acier fort et non étamé de 1 mm. 65 et offrant à la rupture une résistance de 90 kg. environ, de telle sorte que le fil pénètre d'environ $1/2$ mm. dans l'âme du câble et que chaque enroulement n'ait qu'une épaisseur maximum de 10 mm., la distance entre le centre d'un fil et celui du fil voisin restant égale à 5 mm. Par-dessus, on a disposé deux gaines en plomb sans étain d'une épaisseur de 1 mm. 9, absolument étanches et séparées par une couche de compound, puis, une couche de papier goudronné, une enveloppe de jute-compound, une armature formée de 29 fils en fer profilé étamés de 5 mm., et enfin une dernière enveloppe extérieure de jute-compound. Le diamètre total du câble prêt à être posé est d'environ 52 mm.; son poids, d'environ 10.800 kg. par kilomètre.

En vue d'empêcher qu'en cas d'accident survenu à la gaine de plomb, l'humidité n'endommage une grande longueur de câble, celui-ci est muni, tous les deux kilomètres, de tampons de calfatage.

Le câble a été construit en trois tronçons : deux de 77 et un de 21 kilomètres, mais sans raccordement ni soudure dans le corps de chacun des tronçons.

Ses constantes électriques sont les suivantes :

$$\left. \begin{array}{l} R = 11 \, \Omega \, 2 \\ L = 10^{\text{mH}} 5 \\ K = 10^{\text{F}} 050 \end{array} \right\} \text{pour } \omega = 5.000$$

$$\beta \text{ (combinant)} = \left\{ \begin{array}{l} 0,0120 \text{ pour } \omega = 3.500 \\ 0,0126 \text{ pour } \omega = 5.000 \\ 0,0131 \text{ pour } \omega = 7.000 \end{array} \right.$$

$$\beta \text{ (combiné)} = \left\{ \begin{array}{l} 0,0140 \text{ pour } \omega = 3.500 \\ 0,0147 \text{ pour } \omega = 5.000 \\ 0,0152 \text{ pour } \omega = 7.000 \end{array} \right.$$

Pour $\omega = 5.000$, la valeur de l'affaiblissement des 170 km. de câble est donc d'environ 2,1 dans les combinants, et de 2,5 environ dans les combinés.

Entre les combinants d'un même combiné le mélange apparent de conversation est d'environ : $\beta l = 7,0$; entre les combinants de combinés différents et entre deux combinés, il est inférieur à la valeur $\beta l = 9,0$. Le mélange apparent de conversation entre combinés et combinants à l'intérieur d'un combiné est d'environ $\beta l = 5,0$. Les bruits parasites provenant des courants des trois conducteurs télégraphiques correspondent, sur les circuits combinants et combinés, à une valeur $\beta l = 9,0$ environ, c'est-à-dire qu'elle est très faible. L'influence du trafic télégraphique dans les combinés couplés simultanément sur les circuits combinants et sur les combinés téléphoniques est plus considérable ; en calculant de la même manière que pour les trois circuits télégraphiques, on peut estimer l'influence sur βl comme variant entre 6 et 7. C'est l'expérience qui enseigne comment l'influence des courants télégraphiques se fait sentir sur le trafic téléphonique. Seuls les combinés du câble sont utilisés simultanément ; du côté terrestre, on a amené, jusqu'à Leba et Tenkitten, des lignes télégraphiques spéciales qui, en ces deux points, seront réunies aux circuits des combinés.

Sur le câble de la Prusse orientale, on devra pouvoir exploiter quatre circuits bifilaires et deux combinés Berlin-Königsberg, une liaison par combinants Hambourg-Königsberg et Stettin-Königsberg, ainsi qu'une liaison par combiné Stolp-Königsberg.

La valeur d'affaiblissement d'une liaison par combinants Berlin-Königsberg, par exemple, est d'environ 4,8, y compris : a) les pertes produites à Leba et Tenkitten par les amplificateurs montés sur les trois combinés, à cause du trafic télégraphique ; b) celles produites à Berlin, Stolp et Königsberg par les amplificateurs nécessaires au trafic par combinés ; c) celles qui se produisent dans les installations des bureaux de Berlin et de Königsberg. En raison de la grandeur de cet affaiblissement, la présence d'amplificateurs auxiliaires est indispensable. Ceux-ci sont placés à Stolp et à Königsberg ; on s'est servi, comme sur la liaison Stralsund-Malmö (Suède) d'amplificateurs à deux étages de la maison Siemens et Halske, avec repro-

duction des résistances apparentes de la ligne. Il est possible d'atteindre intégralement le degré d'amplification 2,0 à Stolp parce que la distance en fil nu Stolp-Leba (60 km.) peut être reproduite par fractions d'environ 10 à 12 km., d'après la résistance, la capacité et l'inductance, et parce qu'on peut placer derrière cette reproduction une réplique du translateur annulaire mis en circuit à Leba pour fermer le combiné et ensuite représenter la portion du câble sous-marin Leba-Tenkitten au moyen du montage en série de résistance et de capacité. Il doit en être de même à Königsberg pour obtenir un fonctionnement sûr de cet amplificateur. En ce qui concerne la station amplificatrice de Königsberg, on augmente la longueur de la ligne de l'abonné en intercalant en avant, dans le circuit, une ligne nue artificielle pour laquelle on a $Z = 600$ ohms et $\beta l = 1,0$. De cette façon, on peut obtenir que l'amplificateur fonctionne sans sifflements pour une amplification réelle de 1,0.

Lors des premiers essais de conversation qui eurent lieu entre Königsberg et Berlin le 4 août, on s'est servi dans la première de ces villes d'un amplificateur de commencement et de fin, à circuits de conversation et d'audition distincts entre la cabine et le central télégraphique de Königsberg et en reproduisant soigneusement la résistance apparente de la ligne Königsberg-Tenkitten-Leba-Stolp; à Stolp on avait intercalé dans le circuit l'amplificateur auxiliaire dont il a été question plus haut.

Câble téléphonique de Stockholm à Göteborg (*E. T. Z.*, août 1920). — Pour triompher des difficultés qui résultent de l'accroissement du trafic téléphonique, l'Administration suédoise des télégraphes a projeté la construction d'un réseau de câbles avec relais destiné à relier Stockholm à Göteborg, Stockholm à Malmö, et Falköping à Jönköping. Dernièrement ont été accordés les crédits nécessaires à la construction du premier câble (Stockholm-Göteborg), afin que les travaux soient terminés avant l'électrification de la voie ferrée qui réunit ces deux villes.

Le câble sera posé sous la route, et il y aura cinq stations d'amplificateurs sur le parcours : à Enköping, Västerås, Örebro, Töreboda et Alingsås. Le câble renferme suffisamment de conducteurs

pour permettre l'échange des communications entre les villes éloignées sur toute sa longueur aussi bien qu'entre Stockholm et Göteborg. On compte utiliser du câble duplex sous papier et sous plomb, dont les conducteurs en cuivre auront, suivant le cas, un diamètre de 1 mm. 29 ou de neuf dixièmes de millimètre. Pour améliorer l'audition, on prévoit l'emploi de bobines Pupin, placées à des intervalles de 2 km. 670, et des amplificateurs dont il a été question plus haut; ces amplificateurs, au nombre total de 350, seront de deux modèles différents. Le nombre des conducteurs, variable pour chacune des portions de la ligne, a été fixé d'après les besoins prévus pour 1931. Toutefois, pour le premier câble, on a calculé le nombre des bobines Pupin d'après les prévisions pour l'année 1926 et les amplificateurs d'après les besoins immédiats. La Western Electric C^e s'est chargée de l'exécution des travaux moyennant une somme de 3.200.000 dollars.

Nouveau transmetteur des images photographiques

(*Elettricista*, mars 1920). — La cellule de sélénium, préparée de façon spéciale, est d'une très haute sensibilité; le dispositif transmetteur (figure), comprend un disque en acier denté sur la périphérie et entraîné par un engrenage, *m*. Dans la partie centrale le disque est en verre; l'engrenage est actionné par un mouvement d'horlogerie très précis et pourvu d'un pendule régulateur dont les oscillations sont réglables au moyen d'une vis micrométrique. La partie métallique du disque porte sur sa face supérieure un tracé en spirale semblable à celui des disques de phonographe. Sur cette spirale court, à frottement doux, une pointe, *p*, dont le bras de soutien est solidaire d'un étrier en aluminium, de telle façon qu'en faisant tourner le disque, la pointe est obligée de suivre la spirale, le bras et l'étrier se déplacent ainsi d'un mouvement très lent de la périphérie au centre du disque.

L'étrier en aluminium commande, à sa partie supérieure, une lampe à incandescence, à la partie inférieure est la cellule de sélénium. La lampe et la cellule sont renfermées dans des boîtes opaques pourvues de deux trous très petits qui se font face à travers le verre du disque.

déterminé par les variations correspondantes du rayon de lumière. A la station réceptrice le courant, arrivant de la ligne, parcourt la lampe et s'en va ensuite à la terre. La lampe s'allume plus ou moins selon les intensités variables du courant reçu. Le faisceau de lumière frappe le papier photographique disposé sur le disque et en sensibilise plus ou moins les différentes parties suivant les fluctuations de l'intensité lumineuse : ainsi l'image transmise est fidèlement reproduite.

INFORMATIONS ET VARIÉTÉS

Concours d'admission à l'Ecole Supérieure des Postes et Télégraphes : questions écrites (1920). — 1^o Section des élèves-ingénieurs.

ANALYSE. — Étant donnés dans un plan deux axes de coordonnées rectangulaires ox , oy , soient I un point quelconque de l'axe oy et C la circonférence de centre I dont le rayon est égal à m OI , m étant une constante positive donnée. Trouver les trajectoires orthogonales de la famille de circonférences obtenues en faisant décrire au point I l'axe Oy .

Indiquer les différentes formes de ces trajectoires, suivant les valeurs de m . Cas particulier où $m = 1$.

N. B. — On exprimera les coordonnées d'un point M de l'une de ces trajectoires au moyen de l'angle θ que fait la tangente en ce point avec l'axe Oy .

2^o Démontrer que si l'équation différentielle

$$dy + f(x, y) dx = 0$$

admet un facteur intégrant de la forme $y + X$, où X est une fonction de la seule variable x , f est une fonction homogographique de y

Inversement, étant donnée une équation différentielle

$$dy + \frac{A y + B}{C y + D} dx = 0,$$

où A , B , C , D sont des fonctions de x , on demande à quelle condition doivent satisfaire les fonctions A , B , C , D pour que l'équation admette un facteur intégrant de la forme précédente, où X est une fonction inconnue de x . En déduire l'intégrale générale.

MÉCANIQUE. — 1^o Un arbre tournant librement autour de son axe est sollicité par un couple égal à une fonction donnée $f(\theta)$ de l'angle de rotation θ . Il porte des palettes sur lesquelles la résistance de

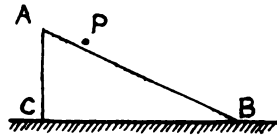
l'air produit un couple résistant, proportionnel au carré de la vitesse de rotation ω . Il est immobile à l'instant initial.

Trouver la relation existant à chaque instant entre ω et θ et celle qui existe entre θ et le temps t écoulé depuis l'instant initial. Examiner en particulier le cas où la fonction $f(\theta)$ se réduit à une constante ; dire ce qui arrive alors à mesure que le temps augmente indéfiniment.

2° Une prisme homogène de masse M ayant pour section droite un triangle rectangle ABC repose sans frottement par sa face BC sur un plan horizontal fixe. Un point matériel pesant P de masse μ glisse avec frottement sur la face oblique AB . A l'instant initial, le point P se trouve au milieu de l'arête supérieure, projetée en A et le système est immobile.

Trouver le mouvement de ce système et dire à quelle condition ce mouvement pourra prendre naissance.

Mêmes questions en supposant que le prisme éprouve de la part du plan horizontal sur lequel il glisse un frottement dont le coefficient f' peut d'ailleurs différer du coefficient f du frottement de P sur AB .



CHIMIE. — Carbonate de chaux. Chaux. Mortiers et ciments.

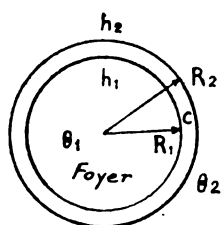
Caractères analytiques des sels de chaux.

Problème : Une substance organique pure ayant tous les caractères d'un acide et ne renfermant que du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène est d'abord soumise à l'analyse élémentaire par combustion : 0 gr. 352 de substance donnent 0 gr. 704 d'acide carbonique et 0 gr. 288 d'eau.

D'autre part en traitant cette substance par du carbonate d'argent on ne parvient qu'à en préparer un seul sel d'argent. On dose dans ce sel l'argent à l'état de chlorure d'argent et on trouve que 0 gr. 975 de sel pur et sec donnent 0 gr. 717 de chlorure d'argent. Déterminer d'après ces résultats analytiques la formule moléculaire exacte de cette substance. On admet pour simplifier les poids atomiques suivants : $H = 1$; $C = 12$; $O = 16$; $Ag = 108$.

PHYSIQUE. — 1° Décrire une méthode, à votre choix, de mesure d'une longueur d'onde sonore, puis d'une longueur d'onde lumineuse et enfin d'une longueur d'onde hertzienne.

2° Établir une formule faisant connaître la quantité Q de chaleur traversant dans le régime permanent par unité de temps et par unité de longueur les parois d'un tuyau cylindrique indéfini dont on connaît les rayons R_1 et R_2 ; on donne les températures θ_1 et θ_2 des enceintes, les coefficients h_1 et h_2 de conductibilité extérieure et



le coefficient c de conductibilité de la substance du tuyau; on représentera dans les calculs les températures inconnues des parois du tuyau par les lettres T_1 et T_2 .

DESSIN. — Clé américaine « Grandeur d'exécution ». — 1° Faire sur une feuille de papier quadrillé à main levée et au crayon, un croquis coté de l'outil qui sera mis pendant une demi-heure à la disposition de chaque candidat.

Les cotes seront inscrites avec toute la précision nécessaire pour permettre l'exécution du dessin.

Les candidats ne devront pas faire usage du modèle pour en tracer le contour en l'appliquant sur le papier.

2° Faire sur une seconde feuille, à l'encre et en se servant des instruments habituels de dessin, le dessin au net. Ce dessin comportera :

a) une vue de profil; b) une vue de la face antérieure; c) une vue de la face postérieure. Les parties cachées ne seront pas représentées. Chaque candidat aura à sa disposition une feuille de papier quadrillé au millimètre, une feuille de papier à dessin, une planche et un pied à coulisse.

Il devra se munir de compas, règle, équerre et té ainsi que de gommes, punaises et encre de chine.

2° **Section des rédacteurs élèves.** — COMPOSITION FRANÇAISE. — A la fin de son *Essai sur les mœurs et l'esprit des nations* Voltaire a écrit : « Quand une nation connaît les arts, quand elle n'est point subjuguée et transportée par les étrangers, elle sort aisément de ses ruines et se rétablit toujours. »

Par « arts » Voltaire entend les arts utiles à la vie, produits de la civilisation et de la science.

Pensez-vous qu'il suffise à une nation de connaître les arts pour sortir aisément de ses ruines et se rétablir?

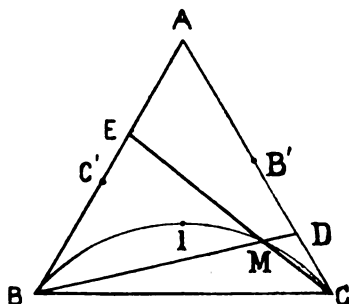
GÉOGRAPHIE. — Que savez-vous de l'œuvre accomplie par la France dans l'Afrique du Nord?

MATHÉMATIQUES. — ARITHMÉTIQUE. — Condition nécessaire et suffisante pour qu'une fraction ordinaire soit égale à une fraction décimale.

ALGÈBRE. — Soit le système
$$\begin{cases} 3x + (1+m)y + 1 - 2m = 0 \\ 2x + (1-m)y + 1 + 2m = 0 \end{cases}$$

Entre quelles limites doit être compris m pour que ce système admette une solution composée de deux nombres négatifs?

GÉOMÉTRIE. — I. On considère un triangle équilatéral ABC, puis l'arc BIC du cercle tangent en B et C aux côtés AB et AC. Soit I le milieu de cet arc, M étant un point quelconque de cet arc, on mène BM et CM qui coupent respectivement AC et AB en D et E :



1° Montrer que $CD = AE$.

2° B' et C' étant les milieux de AC et AB, démontrer que les triangles IEC' et IB'D sont égaux.

3° Quelle est en degrés la valeur de l'angle EID?

4° Lieu géométrique du centre du cercle circonscrit au quadrilatère ADME.

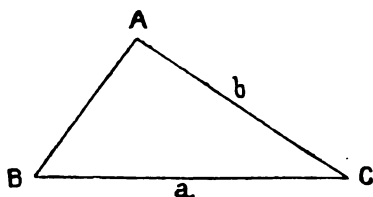
II. Soient a, b, c l'hypoténuse et les côtés d'un triangle rectangle ABC. On désigne par A, B, C les volumes engendrés par ce triangle en tournant respectivement autour de BC, CA et AB :

1° Exprimer A, B, C en fonction de a, b, c .

2° Vérifier que l'on a la relation :

$$\frac{1}{A^2} = \frac{1}{B^2} + \frac{1}{C^2}.$$

PHYSIQUE. — I. Induction électromagnétique : phénomènes fondamentaux, définition et expression de la force électromotrice d'induction.



II. Étude de la vitesse de propagation du son dans l'air et dans l'eau; résultats.

CHIMIE. — Gaz de la houille. Quels sont les composés que l'on peut extraire des résidus de la fabrication de ce gaz? Comment les retire-t-on?

SERVICE POSTAL. — I. Mandats ordinaires. Conditions générales de paiement. Mandats irréguliers ou périmés. Régularisation. Mandats-contributions. Opérations à l'arrivée. Distribution.

II. Confection et fermeture des dépêches postales. Modes de confection. Règles à observer en cas de formation de dépêches supplémentaires.

SERVICE ÉLECTRIQUE. — I. *Service téléphonique.* — Abonnements principaux à conversations taxées. Facultés conférées par cet abonnement. Réseaux qui admettent l'abonnement. Tarifs. Conditions de fourniture des lignes, des appareils. Conditions d'entretien des postes.

II. *Service télégraphique.* — Liquidation des arrhes à l'aide de renseignements parvenus par la poste. Feuille 537 modèle M. Cas où la feuille M doit être établie. Transmission de la feuille M. Réception de la feuille M. Liquidation. Feuille M envoyée par ampliation.

L'enseignement de l'École supérieure des Postes et Télégraphes (*section des rédacteurs élèves*). — L'École supérieure des Postes et Télégraphes, créée en 1888, comprend, comme on sait, deux sections : celle des élèves-ingénieurs et celle des rédacteurs élèves.

La section des rédacteurs élèves a pour but de préparer le personnel aux emplois supérieurs de l'administration. Les connaissances que doivent posséder ces futurs fonctionnaires sont aussi variées que les fonctions qu'ils auront à remplir ; aussi leur enseigne-t-on l'électricité théorique et industrielle, la construction des lignes, les installations télégraphiques et téléphoniques, le droit administratif, l'exploitation postale, télégraphique et téléphonique, etc...

Durant les six années qui viennent de s'écouler, la section des rédacteurs élèves de l'École supérieure des Postes et Télégraphes n'a pas ouvert ses portes. Pendant cette période, des progrès de toutes sortes ont été accomplis : la télégraphie sans fil, les relais téléphoniques, les commutateurs automatiques ont été l'objet de perfectionnements considérables. D'autre part, l'électrification des chemins de fer est entrée dans la période de réalisation pratique. Enfin le contrôle des installations électriques industrielles, qui était naguère du ressort des ingénieurs, est passé dans les attributions des inspecteurs.

Ces progrès et ces changements rendaient nécessaire une modification profonde du programme de l'enseignement donné, à l'École supérieure, aux rédacteurs élèves, afin que les futurs fonctionnaires n'ignorassent rien de ce qui constituait désormais la pratique courante de leur métier.

Cette réforme, préconisée par le Conseil de perfectionnement de l'École supérieure, sera appliquée dès la réouverture de l'École le mois prochain. Elle est trop importante pour qu'il n'en soit pas dit ici quelques mots.

..

Création d'un cours d'électrotechnique générale. — De même que la section des élèves-ingénieurs est pour ceux-ci une école su-

périeure d'électricité du niveau le plus élevé qu'il y ait en France, de même la section des rédacteurs élèves doit être désormais, pour les futurs inspecteurs, une véritable école d'électrotechnique générale, comprenant dans son programme aussi bien la technique des courants forts que celle des courants faibles, dont les principes généraux sont d'ailleurs les mêmes. Or le programme, jusqu'à présent, ne comportait pas de cours d'électrotechnique : seuls, des principes d'électricité théorique et des notions très générales sur les applications industrielles de l'électricité étaient enseignés aux rédacteurs élèves. Un cours d'*Electrotechnique générale* remplace dorénavant ces anciens cours. Il comprend :

1° une étude de l'électricité et du magnétisme dégagée de toute complication mathématique, et réduite à ce qui est strictement indispensable pour l'étude de l'électrotechnique ;

2° une étude assez complète, *et surtout pratique*, des machines électriques à courant continu et à courant alternatif, des accumulateurs, des distributions d'énergie et de lumière, de la traction électrique ;

3° une étude élémentaire de la transmission téléphonique, étude suffisante pour mettre l'élève à même de comprendre et d'appliquer la pupinisation, les amplificateurs, les relais téléphoniques, la télégraphie et la téléphonie multiples ;

4° les notions indispensables pour assurer la protection des installations télégraphiques et téléphoniques de l'État contre les perturbations électriques.

Ce cours est complété par des *Essais de machines*, qui ont pour but de familiariser les élèves avec le maniement des génératrices et des moteurs électriques, ainsi que par des visites d'usines génératrices et de lignes de chemins de fer électrifiées.

Création d'un cours de télégraphie sans fil. — Jusqu'à ce jour, on n'enseignait aux rédacteurs élèves que les principes généraux de la télégraphie sans fil : on n'y consacrait que deux leçons, à la fin du cours d'installations télégraphiques.

Depuis que l'exploitation radiotélégraphique a été confiée à l'administration des Postes et Télégraphes, il était devenu indispensable de créer, pour les rédacteurs élèves, un cours de télégraphie

sans fil. Ce cours sera du même degré que le cours public qui fut fait au personnel en 1916, sous forme de conférences éditées depuis dans la Bibliothèque des Annales des Postes et Télégraphes.

Ce cours sera suivi d'*Exercices pratiques de télégraphie sans fil*, pendant lesquels les rédacteurs élèves apprendront à se servir de tous les organes des divers types d'installations de T. S. F.

Création de conférences sur les principes de la comptabilité industrielle. — Depuis quelques années, on parle beaucoup d'« industrialisation » des services publics. Ces méthodes dites industrielles, qui ne sont en réalité que « de simples règles d'hygiène administrative » dont l'application est aisée aux esprits méthodiques, seront exposées aux rédacteurs élèves en une série de conférences qui porteront : 1° sur la conduite des affaires, l'administration d'une entreprise, l'art d'acheter et de vendre, la publicité, etc. ; 2° sur l'organisation de la comptabilité industrielle ; 3° sur l'application de ces principes à une entreprise industrielle.

Ces conférences auront d'ailleurs l'avantage immédiat de mettre les futurs inspecteurs en mesure d'étudier la situation financière et le bilan d'un concessionnaire de l'administration.

Modifications diverses. — Outre les importantes additions dont il vient d'être parlé, d'assez nombreuses modifications ont été apportées aux programmes des autres cours.

C'est ainsi, par exemple, que le cours d'*Architecture* a été plus spécialement adapté à l'installation des bureaux de poste, de télégraphe et de téléphone.

Le cours de Mesures électriques est remplacé par des *Exercices de mesures électriques*, dont chaque séance sera précédée par de courtes explications théoriques.

Tout ce qui concerne l'ancien matériel ou les anciennes règles d'exploitation a été supprimé des cours ; par contre, les passages relatifs aux perfectionnements récents ont été largement développés. Ainsi les conférences sur les machines à vapeur sont devenues des conférences sur les moteurs thermiques de tous genres, sur l'automobile et sur l'aviation. De même, dans le cours d'installations téléphoniques, le chapitre relatif aux commutateurs automatiques et semi-automatiques comporte d'importants développements nouveaux.



Toutes ces modifications ont pour résultat de rendre plus pratique, plus industriel l'enseignement donné aux rédacteurs élèves, et de le mettre ainsi en harmonie avec les besoins nouveaux.

Situation du téléphone en France. — La guerre a été une dure épreuve pour le service téléphonique dans tous les pays et en particulier en France. Au point de vue du matériel notamment, elle l'a placé dans une situation difficile. En effet, pendant toute la durée des hostilités, l'industrie électrique — celle des fabrications téléphoniques en particulier — était passée au second plan, par suite de la nécessité où l'on se trouvait de tout sacrifier aux industries de guerre proprement dites. Il en est résulté que, durant quatre ans et demi, le remplacement des multiples et des tableaux parvenus à limite de service n'a pu être continué et que tous les projets d'extension ont dû être ajournés ; en sorte qu'après l'armistice la plupart des bureaux se sont trouvés en possession d'installations tout à fait insuffisantes.

D'autre part, les cadres du personnel téléphonique déjà très inférieurs aux besoins en 1914, n'avaient pu être renforcés au cours de la guerre.

Il était donc urgent de remédier au plus tôt, dans la mesure du possible, à cette crise de matériel et d'effectifs. En conséquence, depuis le mois de juin 1919 une révision générale de tous les bureaux téléphoniques des départements a été entreprise en vue de les doter des moyens d'action (tant en matériel qu'en personnel) en rapport avec le trafic.

Ont été examinés jusqu'ici 19 centres régionaux (Lille et Reims ayant fait l'objet d'études antérieures en vue d'une réinstallation complète), 72 centres départementaux et 98 centres d'arrondissement ou assimilés, dont tous ceux qui comptent plus de 300 abonnés. Pour l'ensemble de ces 189 bureaux, il a été reconnu nécessaire de procéder à l'installation de 245 positions d'annotatrice et de 381 tables ou tableaux interurbains (plus un certain nombre de groupes ou

tableaux urbains, de tables d'avis d'appel, de tables de renseignements, etc.). Une grande partie de ces positions nouvelles sont dès à présent en service; presque tout le reste sera mis en place d'ici quelques semaines.

D'autre part, le personnel téléphonique de ces divers bureaux a été ou va être renforcé.

Dès à présent, on peut considérer que la situation d'un grand nombre de bureaux des départements — parmi lesquels figurent tous les plus importants — se trouve considérablement améliorée. Cet état de choses, qui s'accroîtra progressivement, ne manquera pas d'avoir une répercussion très marquée sur la qualité du service.

Le travail en cours va être poursuivi par l'examen des centres d'arrondissement ayant de 200 à 300 abonnés, puis viendra le tour des centres d'arrondissement moins importants.

Anticipations, par LEE DE FOREST (Extrait de « L'audion, son fonctionnement et quelques-unes de ses récentes applications », *Journal of the Franklin Institute*, juillet 1920). — Mainte expérience ancienne de transmission ou de réception télégraphique avec ou sans fil, abandonnée depuis longtemps parce qu'elle n'offrait que des applications trop limitées, peut être reprise aujourd'hui pour le plus grand bénéfice de l'humanité. Des calculs ont montré qu'en utilisant l'audion comme détecteur et amplificateur, il était possible d'échanger une communication télégraphique par courants de conduction (ou de décharge), entre deux câbles côtiers de 80 kilomètres, posés de chaque côté de l'Océan Atlantique et parcourus par un courant alternatif d'environ 40 ampères avec une fréquence de 20 périodes par seconde. J'ose prédire que d'ici quelques années nous considérerons les pylônes et les perturbations atmosphériques, qui depuis vingt ans ont été regardés comme une gêne inévitable en radiocommunication transocéanique, du même œil que nous voyons aujourd'hui le cohéreur et l'étincelle.

Mais il y a plus. Il sera bientôt possible d'échanger des signaux à travers la terre aussi bien qu'à travers l'eau, en se servant de courants de conduction de fréquence relativement basse. Les antennes de l'ave-

nir seront plantées la pointe en bas, par exemple dans l'ouverture d'un puits de pétrole abandonné et seront mises en contact avec des couches terrestres profondes et semi-conductrices, en des points distants de quelques kilomètres ; les deux antennes renversées du poste transmetteur seront reliées par une ligne aérienne de transport d'énergie, sur laquelle un alternateur et des appareils de manipulation seront embrochés. On trouvera au poste de réception un dispositif analogue. A ce moment, nos radiotélégrammes voyageront à travers la croûte terrestre, ou prendront peut-être même une voie plus directe ; ils ne circuleront pas à la surface du globe pour être, comme à présent, mêlés à un concert ahurissant de parasites d'origine atmosphérique. L'amplificateur à lampes est prêt à nous ramener aux méthodes si simples de Morse et de Lindsay, mises de côté depuis longtemps, malgré leur grand mérite, faute d'une « oreille électrique » d'une sensibilité indéfiniment grande.

L'avenir de la radiocommunication sur mer appartient plutôt au téléphone qu'au télégraphe. La simplicité et la sûreté avec lesquelles on peut à présent obtenir des ondes non amorties, parfaitement appropriées à la transmission de la parole, entraîneront bientôt la suppression de ce procédé pénible et barbare : la signalisation entre bateaux au moyen de l'alphabet Morse. Pourtant aujourd'hui nous ne faisons qu'entrevoir l'aube de ces temps nouveaux. Les armateurs sont actuellement aussi sceptiques en ce qui concerne le caractère pratique et l'utilité du radiophone qu'ils l'étaient il y a seize ans vis-à-vis de la radiotélégraphie.

A l'avenir, par temps de brouillard, on aura recours au radiotéléphone pour éviter toute collision en mer, les distances aussi bien que les directions étant obtenues par la réception de la voix humaine ou du son d'un sifflet ou d'une cloche, avec l'aide d'un chronomètre bien réglé. Ce service sera tout à fait indépendant de la radiocommunication à longue distance. La nouvelle *radio* sera encore un moyen précieux de communication téléphonique entre les îles dont des milliers ne seront jamais reliées par câble. Elle trouvera bien d'autres applications comme moyen de communication dans les pays où la population est très clairsemée ; entre les mines, les puits de pétrole, les postes forestiers, les trains express, etc. On

peut se rendre compte que, pour mille raisons, l'avenir de l'aviation dépend également du radiotéléphone. En recourant aux lampes émettrices, réceptrices et amplificatrices non seulement on transmet la parole humaine intégralement et sans déformation, mais encore on la fait parvenir là où elle ne saurait arriver autrement : au milieu des bruits assourdissants du moteur et de l'hélice d'un aéroplane, à des hauteurs de 1 à 8 km. au-dessus du sol.

On peut imaginer sans grand effort bien d'autres perfectionnements des communications radiotéléphoniques, qui n'attendaient pour voir le jour qu'une simple « lampe », permettant non plus de *lire*, mais de *parler*.

Développement du trafic radiotélégraphique en

Allemagne. — Le 1^{er} juin 1919, on comptait en Allemagne 27 stations radiotélégraphiques ouvertes au service public ; un an après, ce nombre s'élevait à 55 ; en outre, à la date du 1^{er} juin 1920, on poursuivait l'installation d'un nombre encore plus élevé de nouveaux postes. Jusqu'ici le service avec l'étranger a été assuré grâce à deux fortes stations et à une station principale construites à cette fin ; il est aujourd'hui possible de communiquer avec les États-Unis, l'Espagne, la Norvège, la Suède, la Hollande et la Hongrie ; on prépare des liaisons avec la France, l'Italie, la Suisse, la Tchécoslovaquie et la Roumanie. Le nombre des radiotélégrammes transmis ou reçus par les stations allemandes s'élevait, au mois de mars 1919, à 3.866, soit un total de 136.103 mots. Au cours d'une année, ces nombres sont passés respectivement à 104.977 et 1.778.344. Dans aucun autre pays l'emploi de la radiotélégraphie commerciale ne s'est développé sur une aussi grande échelle.

Art oratoire et téléphone. — Une découverte ingénieuse vient d'être faite en Amérique, fort utile aux orateurs. Expérimentée au Coliseum de Chicago elle a donné lieu à un plein succès.

Cette salle est si vaste qu'il est impossible à un orateur de s'y faire entendre de tous les assistants. La dernière Convention a été marquée par une innovation remarquable : l'orateur a devant lui un transmetteur microphonique relié électriquement à un réseau dans lequel circule un courant électrique assez puissant, et auquel des

relais amplificateurs thermioniques expriment en les renforçant les modulations de la voix ainsi transmises au microphone. Le courant actionne à son tour de puissants téléphones haut-parleurs qui se font entendre de toute la salle.

Peut-être cette découverte jouera-t-elle un grand rôle dans les manifestations politiques de l'avenir.

BIBLIOGRAPHIE

Radiotélégraphie pratique et radiotéléphonie, par P. MAURER, ingénieur-électricien, professeur à l'École Brégué, (Dunod, Éditeur, 47 et 49, quai des Grands-Augustins, Paris, VI^e. 1 vol. de 386 pages, avec 261 figures). Prix (majoration comprise) : 21 francs.

Le livre de M. MAURER, qui contient aussi peu de formules que possible, s'adresse à ceux qui veulent acquérir des notions sérieuses de T. S. F.

La première partie contient des données générales sur les oscillations électromagnétiques.

Dans la deuxième partie, ces notions sont appliquées à la radiotélégraphie.

Dans la troisième, on étudie l'émission, la réception avec ses dispositifs nouveaux, les ondes entretenues, la direction des ondes et les systèmes principaux de radiotélégraphie. Dans un chapitre spécial, les divers systèmes de radiotéléphonie sont expliqués. Enfin, la quatrième partie montre l'utilisation de la radiotélégraphie à la guerre et à la marine, etc., et décrit les mesures pratiques réalisées en T. S. F., la recherche des défauts et les essais des tubes à vide.

BREVETS D'INVENTION ⁽¹⁾

- 505.077 Perfectionnements aux systèmes de téléphonie automatique à lignes partagées. — COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON. — France.
- 505.078 Perfectionnements à la téléphonie à longue distance. — COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON. — France.
- 506.267 Commutateur automatique pour systèmes téléphoniques à commutation automécanique ou systèmes analogues. — Société LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE. — France.
- 506.268 Perfectionnements dans les systèmes de réseau téléphonique à commutateurs automécaniques. — Société LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE. — France.
- 506.270 Perfectionnements aux systèmes de téléphonie semi-automatique. — COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON. — France.
- 506.273 Commutateur central pour réseaux téléphonique. — Société LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE. — France.
- 506.275 Perfectionnements apportés aux systèmes de réseaux téléphoniques. — Société LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE. — France.
- 506.277 Perfectionnements apportés aux systèmes de réseaux téléphoniques utilisant des machines commutatrices. — Société LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE. — France.
-

(1) Les descriptions (notices et dessins) relatives aux brevets sont en vente à l'Imprimerie Nationale, 87, rue Vieille-du-Temple, Paris (III^e).

- 506.693 Dispositif pour installation téléphonique en vue de donner automatiquement des réponses phonographiques et de recevoir les conversations. — MM. Franz SEBLAU et Alexander M. NEWMAN. — Allemagne.
- 506.906 Perfectionnements aux systèmes de réseaux téléphoniques automatiques. — Société LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE. — France.
- 507.758 Système à répartition d'appels pour bureau central téléphonique. — Société LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE. — France.
- 507.761 Perfectionnements apportés aux amplificateurs pour installations téléphoniques, tels, notamment, que ceux pour télégraphie sans fil. — M. Léon-Nicolas BRILLOUIN. — France.
-

Table analytique des matières de l'année 1920

Postes.	PAGES
Les transporteurs et le service postal, par M. HOCQUART, Ingénieur civil, <i>membre du Comité technique des Postes et Télégraphes</i> ..	9
Installations mécaniques dans le service postal anglais, par M. CABBANNE, Ingénieur des Postes et Télégraphes.....	235
La réorganisation du transport des dépêches postales par voie de terre, par M. Raphaël ALIBERT, auditeur au conseil d'État, <i>membre de la commission des marchés des Postes et Télégraphes</i>	361
COMPTE RENDU DES PÉRIODIQUES.	
La poste militaire italienne pendant la guerre (1915-1918).....	449
INFORMATIONS ET VARIÉTÉS.	
Les chèques postaux.....	175
Télégraphes.	
État actuel de l'administration allemande au point de vue du téléphone et de la radiotélégraphie (février 1920).....	31
Lignes télégraphiques souterraines et sous-marines en Angleterre, par M. BALLEET, Ingénieur des Postes et Télégraphes.....	37
L'imprimeur sur pages du système Morkrum.....	265
Quelques remarques sur les mesures de lignes télégraphiques et téléphoniques.....	280
Introduction à la théorie des courants téléphoniques et de la radiotélégraphie (Préface de M. BLONDEL à l'ouvrage de M. POMEY sur l'-).....	432
Le poste de T. S. F. Lafayette à Croix-d'Hins, par le commandant L. CHAULARD.....	504
Choix d'une fréquence télégraphique moyenne.....	516
COMPTES RENDUS DES PÉRIODIQUES.	
Téléphonie et télégraphie multiples à l'aide des courants alternatifs rapides.....	155
Caractéristiques d'oscillation des lampes à trois électrodes utilisées comme générateurs d'oscillations entretenues.....	295
Filtre radiotélégraphique ou étouffeur de parasites.....	300

	PAGES
Tubes à vide avec anode externe.....	320
Mesure des ondes alternatives au moyen du tube de Braun.....	327
Téléphonie et Télégraphie multiplex à haute fréquence par conducteurs.....	339
Résultats obtenus par l'emploi de filtres sur les lignes parcourues par des courants alternatifs non sinusoïdaux.....	343
Emploi de l'aluminium en télégraphie et en téléphonie.....	347
Sur la télégraphie transocéanique au moyen de fils nus.....	452
Influence des tempêtes magnétiques sur les circuits de télécommunication.....	454
L'American telephon and telegraph Co : progrès réalisés en 1919...	457
Emploi de l'arc de Poulsen en radiotélégraphie.....	462
Téléphonie et Télégraphie multiples à haute fréquence.....	532
INFORMATIONS ET VARIÉTÉS.	
Don au musée des Postes et Télégraphes.....	175
Extraits du rapport annuel de l'American telegraph and telephon Co pour 1918.....	178
Appareil télégraphique multiplex américain.....	180
Télégraphie et Téléphonie en Angleterre.....	354
Relais Orthing Jet.....	356
Anticipations, par Lee de Forest.....	501
Développement du trafic radiotélégraphique en Allemagne.....	593
Téléphones.	
État actuel de l'administration allemande au point de vue du téléphone et de la radiotélégraphie (février 1920).....	31
Relais téléphoniques, par MM. Bancroft GHERARDI et Frank B. JEWETT.....	68
Sur les lampes à trois électrodes et les progrès récents de la téléphonie sans fil, par M. GUTTON, professeur à la faculté des sciences de Nancy, membre du Comité technique des Postes et Télégraphes.....	208
Réseau téléphonique aéro-souterrain de Strasbourg, par M. MOURICE, inspecteur des Postes et Télégraphes.....	259
Quelques remarques sur les mesures de lignes télégraphiques et téléphoniques.....	280
Le multiple automatique de Leeds, par M. BARRAL, ingénieur des Postes et Télégraphes.....	413
Les relais téléphoniques en France, par M. RUAT, ingénieur des Postes et Télégraphes.....	429
Introduction à la théorie des courants téléphoniques et de la radiotélégraphie (Préface de M. BLONDEL à l'ouvrage de M. POMEY sur l'-).....	431
Un traité de la transmission téléphonique, théorique et appliquée.	439
Annuaire de téléphones.....	442

	PAGES
Mesure de l'efficacité des appareils téléphoniques d'abonnés par une méthode de conversation et de comparaison auditive, par MM. G. VALENSI, ingénieur des Postes et Télégraphes, et PALHOLS, contrôleur des Postes et Télégraphes.....	485
COMPTES RENDUS DES PÉRIODIQUES.	
L'emploi des audions ou lampes à trois électrodes pendant la guerre	143
Câble téléphonique sous-marin à 96 fils.....	149
Relations téléphoniques entre l'Allemagne et la Suède.....	152
Téléphonie et télégraphie multiples à l'aide des courants alternatifs rapides.....	155
Le téléphone à cristal.....	302
Notes sur les systèmes téléphoniques aux États-Unis.....	310
Téléphonie et télégraphie multiplex à haute fréquence par conducteurs.....	339
Emploi de l'aluminium en télégraphie et en téléphonie.....	347
Perfectionnements à la téléphonie automatique.....	450
L'American telephon and telegraph Co : progrès réalisés en 1919....	457
Le distributeur automatique d'appels du central téléphonique de Paddington.....	548
Téléphonie et télégraphie multiples à haute fréquence.....	552
Expériences faites pour l'amélioration du service téléphonique....	560
Le chef de Central téléphonique : ses devoirs.....	571
Câble téléphonique de Prusse orientale.....	575
Câble téléphonique de Stockholm à Göteborg.....	578
INFORMATIONS ET VARIÉTÉS.	
Radiotéléphonie transatlantique.....	177
Le bureau interurbain de Boston.....	178
Exploitation téléphonique par la méthode du double appel.....	178
Extraits du rapport annuel de l'American telegraph and telephon Co pour 1918.....	178
Progrès dans les communications téléphoniques : le circuit à 4 fils..	181
Télégraphie et téléphonie en Angleterre.....	354
Emploi de relais téléphoniques de la Nouvelle-Écosse.....	355
Câbles téléphoniques aériens dans les régions libérées.....	470
Lignes téléphoniques souterraines.....	470
Le service téléphonique à New-York.....	471
Situation du téléphone en France.....	590
Art oratoire et téléphone.....	593
Divers.	
Utilisation des lampes amplificatrices pour les mesures électriques, par M. ABRAHAM, professeur à la Sorbonne, membre du Comité technique des Postes et Télégraphes.....	197

	PAGES
La dépolarisation des piles par l'oxygène de l'air, par M. Ch. FÉRY, professeur à l'Ecole de physique et de chimie industrielles de la ville de Paris	229
L'aluminium et son application aux lignes électriques, par M. DUSAUZEY, ingénieur civil des mines.....	366
Une organisation rationnelle du service régional d'architecture....	522
COMPTES RENDUS DES PÉRIODIQUES.	
La Vie technique et industrielle.....	149
M. DARCY.....	294
Petit moteur à courant continu utilisant des lampes thermioniques au lieu de contacts	337
Champ magnétique des câbles sous-marins.....	456
Amplification des courants dans la flamme d'un bec Bunsen.....	547
Nouveau transmetteur des images photographiques.....	579
INFORMATIONS ET VARIÉTÉS.	
Rétablissement rapide de lignes détruites accidentellement.....	175
Lettre de M. Marius LATOUR relative à l'électrification des chemins de fer aux Etats-Unis et à la protection des lignes télégraphiques et téléphoniques.....	181
Concours d'admission à l'Ecole supérieure des Postes et Télégraphes : questions écrites (1920).....	582
L'enseignement de l'Ecole supérieure des Postes et Télégraphes (section des rédacteurs élèves).....	587
Service d'Études et de Recherches Techniques de l'Administration des Postes et Télégraphes.	
Laboratoire.....	136
Emploi de câbles aériens dans les régions libérées.....	138
Utilisation du courant alternatif à 115 volts et 42 périodes pour les appels téléphoniques.....	286
Instruction sur l'utilisation du matériel cédé par l'armée américaine	444
Vibrateur d'appel pour bureaux téléphoniques.....	530
Le nouveau système de batterie centrale télégraphique.....	532
Mesures sur un circuit téléphonique en fil bimétallique pupinisé....	540
Comité technique des Postes et Télégraphes.	
Tableaux commutateurs multiples du type « extensible ».....	140
Utilisation du matériel télégraphique cédé par le Signal Corps américain.....	289
Fusible pour bouton d'appel à collage.....	292
Suppression des courants parasites sur les lignes desservies au baudot.....	292

	PAGES
Protection des piles des bureaux télégraphiques.....	292
Cric pour l'arrachage des poteaux.....	293
Généralisation de la batterie centrale télégraphique.....	416
Économie de combustible par la modification de l'installation des génératrices de vapeur de l'Hôtel des Postes de Paris.....	541
Emploi de selfs dans les dispositifs de protection des bureaux télé- graphiques.....	542
Mesure périodique de la résistance intérieure totale des batteries de piles.....	543
Distribution des lignes de conversation aux téléphonistes d'un sec- tionnement de départ.....	543
Modification au montage du tableau téléphonique extensible mural.	546
BIBLIOGRAPHIE.....	185, 357, 472, 595
BREVETS D'INVENTION.....	358, 482, 596
TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES DE L'ANNÉE 1920.....	598
TABLE ALPHABÉTIQUE DES NOMS D'AUTEURS.....	603

TABLE ALPHABÉTIQUE DES NOMS D'AUTEURS

	TITRES DES ARTICLES	PAGES
MM.		
ABRAHAM	Utilisation des lampes amplificatrices pour les mesures électriques.....	197
ALIBERT	La réorganisation du transport des dépêches postales par voie de terre.....	361
BALLET.....	Lignes télégraphiques souterraines et sous-marines en Angleterre.....	37
BARRAL.....	Le multiple automatique de Leeds	413
BLONDEL.....	Préface à l'ouvrage de M. Pomey sur l'Introduction à la théorie des courants téléphoniques et de la radiotélégraphie.....	432
CADANNE	Installations mécaniques dans le service postal anglais.....	235
CHAULARD	Le poste de T. S. F. Lafayette à Croix-d'Illins.....	504
DUSAUGBY.....	L'aluminium et son application aux lignes électriques.....	366
FÉRY.....	La dépolarisation des piles par l'oxygène de l'air.....	229
GHERARDI et JEWETT.....	Relais téléphoniques	68
GUTTON	Sur les lampes à trois électrodes et les progrès récents de la téléphonie sans fil.....	208
HOCQUART.....	Les transporteurs et le service postal.....	9
MOURICE	Réseau téléphonique aéro-souterrain de Strasbourg.....	259
RUAT.....	Les relais téléphoniques en France.....	429
VALENSI et PA- LIOLS.....	Mesure de l'efficacité des appareils téléphoniques d'abonnés par une méthode de conversation et de comparaison auditive	485

L'Editeur-Gérant,
A. DUMAS.

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS.



SOCIÉTÉ "LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE"

(ANCIENNE MAISON ABOILARD ET C^{ie})

Fondée en 1889, pour l'Introduction en France de la Fabrication
des Câbles sous Papier et sous Plomb

CABLES SOUS PAPIER & SOUS PLOMB

pour Téléphonie et Télégraphie

CABLES PUPINISÉS

CABLES DE SIGNALISATION

pour Chemins de Fer

CABLES SOUS SOIE ET COTON

sous tresse ou sous plomb

pour toutes installations à faible tension

Fabricants de Matériel Téléphonique de toute nature

Multiplés à Batterie Centrale Intégrale

Centraux Automatiques et Semi-Automatiques

Systèmes spéciaux pour :

Chemins de Fer, Usines, Mines, Tramways, Hôtels. etc.

46, AVENUE DE BRETEUIL, PARIS (VII^e)

LA MANUTENTION MÉCANIQUE INDUSTRIELLE

ANCIENNE MAISON BOUDON & BENOIST

Société Anonyme au Capital de 3 millions de francs

PARIS — 155, BOULEVARD HAUSSMANN

Adresse télégraphique : Manuméca-Paris — Téléphone : Elysées 52-51 et 52-52

M. M. I.

≡ PONTS-ROULANTS — GRUES ≡

≡≡≡ TREUILS — PALANS ≡≡≡

≡≡≡ ÉLÉVATEURS A GODETS ≡≡≡

TRANSPORTEURS A TOILE SANS FIN

CHAINES — GODETS — COURROIES

Compagnie Française pour l'Exploitation des Procédés

Thomson-Houston

CAPITAL : 200.000.000

SIÈGE SOCIAL : 10, RUE DE LONDRES, PARIS

**MATÉRIEL POUR LA PRODUCTION
ET L'UTILISATION DE L'ÉLECTRICITÉ**

DÉPARTEMENT DE TÉLÉPHONIE-TÉLÉGRAPHIE

11-13, PASSAGE DES FAVORITES, PARIS (XV)

TÉLÉPH. : Saxe 16.19, 75.10, 75.11. - ADR. TELEGR. : ELIHUMICRO-PARIS

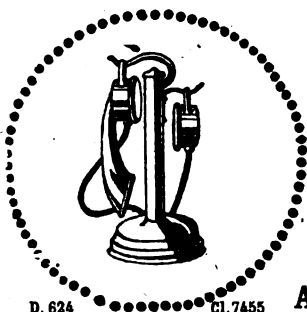
POSTES TÉLÉPHONIQUES

MOBILES ET MURAUX

A BATTERIE CENTRALE ET BATTERIE LOCALE
ADMIS SUR LES RÉSEAUX DE L'ÉTAT

POLYPHONE DE SUBSTITUTION

A BATTERIE CENTRALE



D. 624

Cl. 7455

APPAREILS D'INTERCOMMUNICATION

A BOUTONS AUTOMATIQUES

POUR INSTALLATIONS PRIVÉES ET RÉSEAU COMBINÉES

INSTALLATIONS TÉLÉPHONIQUES MANUELLES

A BATTERIE CENTRALE INTÉGRALE AVEC STANDARDS MIXTES

A CORDONS UNIVERSELS

SEMI-AUTOMATIQUE ET AUTOMATIQUE

BUREAUX CENTRAUX

MATÉRIEL DE SIGNALISATION POUR CHEMINS DE FER

COMMANDE ÉLECTRIQUE DES

AIGUILLES, SIGNAUX, TAQUETS, BARRIÈRES, ETC.



Piles "MAZDA"



CP. 49

COMPAREZ

LA PILE FERY

A TOUS LES MODÈLES EXISTANTS

ELLE EST LA MOINS CHÈRE

Parce qu'elle est la plus simple.

ELLE EST LA PLUS ÉCONOMIQUE

Parce qu'elle est dépolarisée par l'oxygène de l'air qui ne coûte rien.

Parce qu'elle ne consomme que 1,3 gramme de zinc par ampère heure.

Parce que son usure est nulle à circuit ouvert.

ELLE EST LA PLUS PRATIQUE

Parce qu'elle est toujours propre.

Parce qu'elle peut rester plusieurs années sans aucun entretien.

ELLE NE VIEILLIT JAMAIS

Parce que sa force électromotrice reste la même jusqu'à usure complète du zinc.

Parce que le charbon peut servir indéfiniment.

Demandez la Notice

AUX ET^{TS} GAIFFE-GALLOT & PILON

23, rue Casimir-Périer, PARIS (VII^e)

ACCUMULATEURS DININ

pour T.S.F.

Standards Téléphoniques

ET TOUTES APPLICATIONS

SOCIÉTÉ DES ACCUMULATEURS ÉLECTRIQUES

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS ALFRED DININ

Société Anonyme au Capital de 6.000.000 de francs

18, route de Cherbourg, NANTERRE (Seine)

MAISON DE VENTE A PARIS

49, Rue Saint-Ferdinand (XVII^e)

Société Alsacienne

de

Constructions Mécaniques

USINES A :

BELFORT**MULHOUSE** (H¹-Rhin)**GRAFFENSTADEN** (B.-Rhin)

MAISONS A :

PARIS, 4, rue de Vienne**LYON**, 13, rue Grôlée.**LILLE**, 61, rue de Tournai**NANCY**, 21, rue S^t-Dizier

FILS & CÂBLES POUR L'ÉLECTRICITÉ

Fils et câbles nus et isolés — Câbles sous plomb armés pour haute et basse tension — Câbles télégraphiques ou téléphoniques avec isolement au caoutchouc ou à circulation d'air — Câbles sous-marins

MATÉRIEL DE CANALISATIONS

Manchons de jonction, de branchement et de dérivation — Boîtes à coupe-circuits — Coffrets de branchement — Boîtes de distribution, de dérivation et de prise de courant, etc...

— AUTRES FABRICATIONS —

Chaudières — Machines et Turbines à vapeur — Moteurs à gaz — Machines soufflantes — Matériel électrique de toutes puissances et pour toutes applications — Traction électrique — Machines pour l'Industrie textile — Machines et appareils pour l'Industrie chimique — Locomotives à vapeur — Machines-Outils — Petit Outillage — Crics — Vérins — Bascules — Transmissions.

*Installation complète de Stations Centrales et d'Usines
de Filature et de Tissage*

SOCIÉTÉ D'ÉLECTRICITÉ

M O R S

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 1.600.000 FRANCS

28, Rue de la Bienfaisance. PARIS. — Usines à Paris et à Sens.

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES

Lumière -- Force -- Téléphonie -- Sonneries

ACCUMULATEUR TUDOR

pour tous usages et de toutes puissances

TYPES FIXES ET TRANSPORTABLES

Société anonyme : Capital 2.450.000 Francs

AGENCES

LYON, 108, Rue de l'Hôtel-de-Ville.
LE MANS, 7, Rue des Plantes.
NANCY, 31, Boulevard Godefroy-de-Bouillon.
TOULOUSE, 53, Rue Raymond IV.
ALGER, 3, Rue Monge.

USINES A LILLE (Nord)
et à BEZONS (S.-&-O.)

Siège social à PARIS

26, RUE DE LA BIENFAISANCE,
Téléph. WAGRAM 92.90 & 92.91

Anciens Services Électriques BAGUÈS FRÈRES et BISSON-BERGÈS

L'ELECTRO ENTREPRISE

CAPITAL : 2.000.000 DE FRANCS

43, rue de la Bienfaisance, PARIS (VIII^e)

TÉLÉPHONE : WAGRAM 61.56, 27.99, 53.13 et 53.65

ENTREPRISE GÉNÉRALE DE TÉLÉPHONIE

Manuelle et Automatique

STANDARDS, MULTIPLES, BATTERIE CENTRALE

FOURNISSEUR AUTORISÉ

DE L'ADMINISTRATION DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

Transport de Force, Lumière, Sonneries

Appareils Télégraphiques

SYSTÈME MORKRUM

à transmission automatique par
bande perforée et impression
sur pages, rouleaux ou formules.

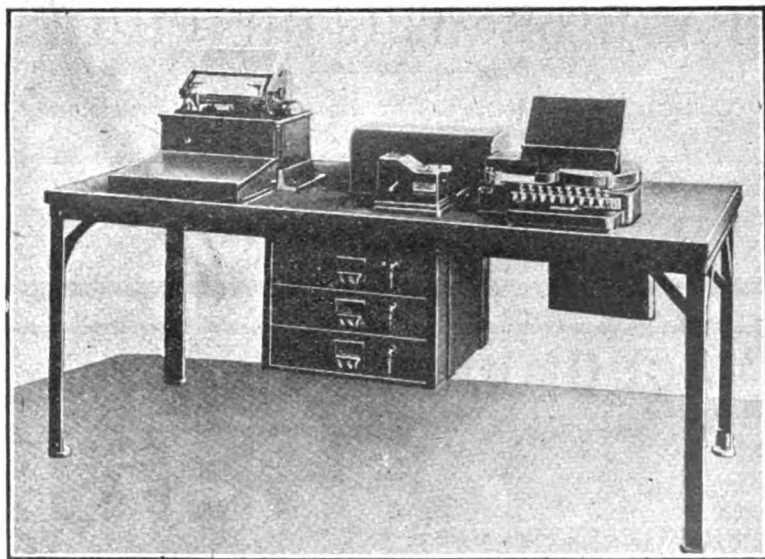
Pour lignes en Simplex, Duplex et double Duplex.

*(Adoptés par les plus importantes Compagnies américaines et
canadiennes de télégraphe et de chemins de fer, ainsi que par
les principales agences de presse du Nouveau-Monde.)*

Appareils spéciaux pour service de Presse
et pour Installations télégraphiques privées.

René BROCARD, 7, rue de Chantilly, PARIS (9^e)

Téléph. : Central 61.96. — Code A. B. C., 5^e édition. — Adr. tél. : TECNOBROCA



Le perforateur, le transmetteur automatique, le distributeur et l'imprimeur *Morkrum*
montés sur la table d'essai.

COMPAGNIE GÉNÉRALE de TÉLÉGRAPHIE et de TÉLÉPHONIE

(Précédemment C^{ie} G^{le} de RADIOTÉLÉGRAPHIE)

Siège social : 63, boulevard Haussmann, PARIS (8^e) (Téléphone : LOUVRE 04.70)

Service de VENTE, LOCATION, ENTRETIEN d'Installations Téléphoniques :
5, avenue Daniel-Lesueur, PARIS (7^e) — (Téléph. : Saxe 73.53)

ATELIERS { à PARIS, 23 et 25, rue des Usines (15^e) (Tél. : Saxe 09.91)
à MARSEILLE, 33, rue Saint-Esprit (Tél. : 09.34)

MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE

pour réseaux publics et privés

Installations automatiques

APPAREILS TÉLÉGRAPHIQUES

Constructions électriques et mécaniques de précision

La C^{ie} G^{le} de Télégraphie et de Téléphonie est Fournisseur
des Ministères des Postes et Télégraphes, de la Guerre, de la Marine, des Colonies
et de divers Gouvernements étrangers.

ACCUMULATEURS

Pour éclairage et
démarrage des Automobiles.

TYPES FIXES pour Stations centrales
et Eclairages privés.

BATTERIES TRANSPORTABLES

PLAQUES DE RECHARGE POUR TOUTS SYSTEMES

PILES ÉLECTRIQUES

HEINZ

SAN FRANCISCO 1915 : *Hors Concours.* — CASABLANCA 1915 : *Grand Prix.*

Fournisseurs des Armées Françaises, Russes, Anglaises et Belges.

Bureaux : 2, rue Tronchet, PARIS. — Usine à Saint-Ouen (Seine).

OUTILLAGE PNEUMATIQUE

pour

L'AFFOUILLEMENT DU SOL

et la

PLANTATION

des

POTEAUX TÉLÉGRAPHIQUES



C^{IE} INGERSOLL-RAND

33, RUE RÉAUMUR

PARIS

L'ÉCLAIRAGE des VÉHICULES sur RAIL

Société Anonyme au Capital de 1.000.000 de Francs

20, rue de Madrid, PARIS (VIII^e)

Entreprise Générale D'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE

des Voitures de Chemins de Fer
et Wagons Poste

**FOURNITURE,
MONTAGE
& ENTRETIEN**

DES

Dynamos, Accumulateurs, Appareils de réglage, Lampes, etc.

MARQUE DÉPOSÉE : E. V. R.

C^{ie} D'APPAREILS ÉLECTRIQUES & TÉLÉPHONIQUES DE STRASBOURG

2, rue de Haguenau à STRASBOURG — Tél. : 1250

USINE : 129, route de Colmar, STRASBOURG-NEUDORF — Tél. : 4894

MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE POUR RÉSEAUX PUBLICS & PRIVÉS A B. L. & B. C.

INSTALLATIONS MIXTES A APPELS DIRECTS

Sonneries — Signaux lumineux — Avertisseurs

VIENT DE PARAÎTRE :

UNE NOUVELLE ÉDITION DE

LA T. S. F. ET LA GUERRE

Manuel pratique d'électricité et de radiotélégraphie.

In-8° de 278 pages avec 234 figures ou photos dans le texte,

Par E. SINTUREL,

Licencié ès sciences, radiotélégraphiste breveté,
ancien Directeur des cours lyonnais de T. S. F., Directeur de l'E. P. S. professionnelle
de LA SOUTERRAINE (Creuse).

Franco contre Mandat de 13 Francs

Adr. Télég.
TELONDE-PARIS

SOCIÉTÉ FRANÇAISE

Téléphone :
Louvre { 01-21
01-22

RADIO-ÉLECTRIQUE

Société Anonyme au Capital de 1.500.000 francs

Administration centrale : **10, Rue Auber, PARIS**

ATELIERS DE CONSTRUCTION

A BELFORT: *Société Alsacienne de Constructions Mécaniques*

Société Anonyme au Capital de vingt millions

A SURESNES: *18, rue de Nanterre, et 51, rue Carnot*

TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

**Établissement, fourniture, location, exploitation
de stations de toutes puissances à émission musicale pure**

La Société Française Radio-électrique a livré
avant le 31 décembre 1916 plus de cinq mille postes de T. S. F. dont
6 STATIONS, EXTRA-PUISSANTES

La Société Française Radio-électrique fournit à
TOUTES les Nations Alliées (Guerre, Marine, Colonies, Postes et
Télégraphes, Cies de Navigations, Cies de chemins de fer, Observa-
toires, Universités, etc...)

La Société Française Radio-électrique construit
des **ALTERNATEURS A HAUTE FRÉQUENCE** pour T. S. F. à ondes
entretenues, alimentant directement l'antenne **SANS TRANSFORMA-
TEURS DE FRÉQUENCE**

La Société Française Radio-électrique construit en
série des **AMPLIFICATEURS** et des **POSTES DE TÉLÉPHONIE SANS
FIL** à générateurs cathodiques

ÉCOLE SUPÉRIEURE D'INGÉNIEURS

Téléphone
25-Arcueil

ENSEIGNEMENT

sur place
Externat, Pension.
Demi-Pension

ENSEIGNEMENT

PAR
Correspondance
L'École chez soi

750 Élèves par an 20.000 Élèves par an

M. LÉON EYROLLES (O. N., I.), Ingénieur-Directeur

301 COURS PROFESSÉS PAR
164 PROFESSEURS SPÉCIALISTES

Résultats depuis 1912, 7.241 emplois
OBTENUS

PRÉPARATION SPÉCIALE

à l'École supérieure des
POSTES ET TÉLÉGRAPHES
section des

RÉDACTEURS ÉLÈVES

et au concours pour l'emploi
D'AGENTS MÉCANICIENS
des Télégraphes et
des Téléphones

L'ÉCOLE PUBLIE

les Cours professés

L'ÉCOLE SUPÉRIEURE

des
POSTES
et des
TÉLÉGRAPHES



PARIS
Télé. Gob. 08-65

ÉCOLE SPÉCIALE
PARIS

3, rue Thénard et 12, rue du Sommerard

DU BATIMENT ET DE L'INDUSTRIE
L'École possède le seul Polygone d'application du Génie civil existant en France

TRAVAUX PUBLICS
ARCUEIL-CACHAN
Près Paris

CINQ

Écoles supérieures
D'INGÉNIEURS

École supérieure
des Travaux publics

Diplôme
d'Ingénieur des Travaux publics

École supérieure du Bâtiment
Diplôme d'Ingénieur-Architecte

Ecole supérieure de
Mécanique et d'Electricité
Diplôme d'Ingénieur-Électricien

Ecole sup^{re} de Métallurgie et de Mines
Diplôme d'Ingénieur de Mines

Ecole supérieure de Topographie
Diplôme d'Ingénieur-Géomètre
ou d'Ingénieur-Topographe

SECTION ADMINISTRATIVE

Préparation spéciale
aux Concours ouverts par les
grandes Administrations techniques

Envoi gratuit des importantes brochures sur l'enseignement de
l'École et de tous renseignements sur le choix d'une Carrière,
Programmes et Concours, Résultats obtenus, etc.

Écrire au Directeur de l'École, 3, rue Thénard, PARIS

Société des Téléphones **ERICSSON**

Capital : 5.000.000 de Francs

Siège Social : PARIS, 37, boulevard Haussmann, PARIS

Usine à COLOMBES (Seine)

TOUT MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE

Appareils Téléphoniques
en tous genres.

Tableaux commutateurs
à batterie locale.

Tableaux commutateurs
à batterie centrale.

Installations complètes de
Multiples pour Réseaux de l'Etat.

TÉLÉPHONIE PRIVÉE

Appareils commutateurs
(5 à 50 directions).

Appareils commutateurs
pour
communications secrètes.

Appareils étanches
pour
mines et chantiers.

MAGNÉTOS ERICSSON

Automobiles — Aviation

Moteurs industriels

LES APPAREILS TÉLÉPHONIQUES ERICSSON
ONT ÉTÉ CLASSÉS PREMIERS AU CONCOURS
ORGANISÉ A PARIS EN 1912 PAR
L'ADMINISTRATION DES P. T. T.

ADRESSER TOUTE CORRESPONDANCE A NOTRE USINE

Boulevard d'Achères

COLOMBES (Seine)

Téléphone { WAGRAM 93.58
WAGRAM 93.68

Adr. télégr. { ERICSSON-
COLOMBES

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DES
TÉLÉPHONES
(CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES, GAOUTCHOUC, CABLES)

CAPITAL : 18.000.000 de FRANCS

25, rue du Quatre-Septembre, 25

Adr. Tél. :
TÉLÉPHONES-PARIS

PARIS (2^{me})

Téléphone :
CENTRAL 46-80-46-81-46-82

APPAREILS TÉLÉPHONIQUES

répondant à tous les besoins

Postes simples — Tableaux à plusieurs directions

Standards — Multiples

Spécialité d'installations à batterie centrale
intégrale

TÉLÉPHONIE AUTOMATIQUE

APPAREILS SPÉCIAUX

pour chemins de fer, mines, lignes à haute tension, etc.

MATÉRIEL TÉLÉGRAPHIQUE

CABLES TÉLÉPHONIQUES

Fils, Cordons, etc., pour la Téléphonie

Multiples construits par la Société Industrielle
des Téléphones

Marcadet (Paris), Lille, Toulouse, Amiens, Alger, Oran, Constantine,
Madrid, Barcelone, Santander, Bilbao, Manresa, Victoria, etc.

BOUND

AUG 15 1923

**UNIV. OF MICH.
LIBRARY**

UNIVERSITY OF MICHIGAN



3 9015 07375 8867

